This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Stanford University Libraries
3 6105 000 639 646

1642

530.5
A613
[ser.1]

ANNALEN
DER
PHYSIK.

STANFORD LIBRARY

ANGEFANGEN

VON

D. FRIEDR. ALBR. CARL GREN,

FORTGESETZT

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR ZU HALLE.

DRITTER BAND.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN
UND DEM REGISTER ÜBER ALLE DREI BÄNDE.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1800.

530.5
A613
[ser. 1]

ANNALEN
DER
PHYSIK.

STANFORD LIBRARY

ANGEFANGEN
VON
D. FRIEDR. ALBR. CARL GREN,
FORTGESETZT
VON
LUDWIG WILHELM GILBERT,
PROFESSOR ZU HALLE.

DRITTER BAND.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN
UND DEM REGISTER ÜBER ALLE DREI BÄNDE.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG,
1800.

beybehalten zu müſſen; höre aber fernerhin damit auf, um den Anſchein eines Aushangeſchildes zu vermeiden. Nochmals empfehle ich dieſe Annalen der Theilnahme unſrer vorzüglichſten deutſchen Phyſiker, die ſie leicht zu einem eben ſo nationalen Werke, als das franzöſiſche und engliſche Journal der Phyſik, erheben könnten, und insbeſondre glaube ich diejenigen unter ihnen, denen das Fach der Naturkunde in unſern gelehrten Blättern anvertraut iſt, auffodern zu müſſen, durch Anzeige und Beurtheilung des nunmehr vollendeten Jahrgangs das Ihrige zur Vervollkommung und Erweiterung eines Inſtituts beyzutragen, das mit darauf berechnet iſt, ihrer Wiſſenſchaft Freunde zu erwecken und zu erhalten.

Halle den 2ten Februar
1800.

Ludwig Wilhelm Gilbert.

INHALT.

Dritten Bandes erſtes Stück.

I. Ein neues ſehr einfaches Mittel, die Kraft der electriſchen Flaſchen und Batterieen beträchtlich zu erhöhen; Methode, dieſe Kraft genau zu meſſen; und Beſchreibung eines neuen Univerſal - Electrometers, von John Cuthbertſon in London Seite 1

II. Wie die Stärke electriſcher Batterieen während des Ladens zu meſſen iſt, vom Obriſt-Lieutenant Haldane 22

III. Will. Nicholſon's Nachricht von einigen Verſuchen Cuthbertſon's, angeſtellt, um ein Maaſs für die Kraft electriſcher Maſchinen zu finden 25

IV. Unterſuchungen über die Verengerung, welche ſich im Waſſerſtrahl bildet, wenn Waſſer aus Gefäſsen durch eine Oeffnung in einer dünnen Platte ausſtrömt, von J. B. Venturi, Prof. der Phyſik zu Modena 35

V. Ideen zu einer Theorie des Magneten, von L. A. von Arnim.

1. Beobachtungen über die chemiſche Beſchaffenheit der Magneten 48

Zuſatz. Verſuche über den Einfluſs der Eisenmagneten auf Galvaniſche Erſcheinungen 63

VI. Verſuche, mittelſt des Diamanten das geſchmeidige Eiſen in Gufsſtahl zu verwandeln, von Guyton S. 65

Zuſatz des Herausgebers. Einige Bemerkungen Nicholſon's über den Stahl, und Gazeran's über die Coaks 71

VII. Verſuche über die chemiſche Zerlegung des Luftkreiſes, von Alex. von Humboldt.

1. Beſchreibung eines Kohlenſäuremeſſers 77

2. Ueber die Kohlenſäure, welche im Dunſtkreiſe verbreitet iſt, und über die Beſchaffenheit des Luftkreiſes der gemäſsigten Zone 79

3. Ueber die Entbindung des Lichts 83

4. Verſuche über das Salpetergas und ſeine Verbindungen mit dem Sauerſtoffe 85

VIII. Nachtrag zu den vorhergehenden Abhandlungen des Herrn von Humboldt's. Ueber einige bisher nicht beachtete Urſachen des Irrthums bey Verſuchen mit dem Eudiometer, von L. A. v. Arnim 91

IX. Einige Bemerkungen über die Atmoſphäre der Erde, der Sonne und der übrigen Planeten, von Daniel Melanderhielm, Profeſſor der Aſtronomie zu Upſala 96

X. Einige magnetiſche Beobachtungen.

1. Bemerkungen über die natürlichen Magneten, vom Bürger Haüy. 113

2. Ueber Vaſſali's Magnet ohne Abweichung und Inclination, von Tremery, Ingénieur des Mines 116

3. John Macdonald's Beobachtungen über die tägliche Abweichung der Ma-

guetnadel im Fort Marlborough auf Sumatra, und in der Inſel St. Helena S. 118

XI. Anzeige eines neuen Hygrometers, von F. W. Voigt zu Jena 126

Dritten Bandes zweites Stück.

I. Unterſuchungen und Erfahrungen über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüſſigen Körpern, angewandt auf die Erklärung verſchiedner hydrauliſcher Erſcheinungen, von J. B. Venturi. Beſchluſs 129

(Theorie der Blaſewerke durch Waſſer oder der ſogenannten Waſſertrommel; beſonderer Entwäſſerungsgräben; der Wirbel in Strömen und beym Ausfluſſe des Waſſers aus Gefäſſen; der Pfeifentöne.)

Iſaac Weld's Beſchreibung der Waſſerfälle im Niagara 133

II. Verſuche über die Fortpflanzung des Schalls durch feſte und flüſſige Körper, und über die Reſonanz muſikaliſcher Inſtrumente, von Perolle, Prof. der Med. zu Toulouſe 167

III. Bemerkungen über den Schall und die akuſtiſchen Inſtrumente, bey Gelegenheit des vorigen Aufſatzes, von Will. Nicholſon 181

IV. Perolle's Bemerkungen zu Chladni's Verſuchen über die Töne einer Pfeife in verſchiednen Gasarten; mit einigen Gegenbemerkungen und Zuſätzen 193

Chladni, über die Erzeugung des Flötentons, Fortpflanzungsart des Schalls, Geſchwindigkeit deſſelben in feſten Körpern, und Fortpflanzung artikulirter Töne durch feſte Körper 159, 177, 182

V. Ueber die kalten Winde, welche aus der Erde dringen, (*Ventarole*), von Herrn von Sauſſüre, nebſt Bemerkungen von Will. Nicholſon und dem Herausgeber S. 201

Ueber die Temperatur der Höhlen unter der Pariſer Sternwarte und einiger Brunnen 217.

VI. Ueber die ſpaniſchen Alcarazzas, von Fabbroni 236

VII. Bemerkungen einer optiſchen Erſcheinung, welche ins Waſſer getauchte Gegenſtände verdoppelt zeigt, von Hällſtröm, Lehrer der Phyſik zu Abö 235

VIII. Beobachtungen über ſcheinbare Verdoppelung der Gegenſtände für das Auge, von L. A. von Arnim 249

Dritten Bandes drittes Stück.

I. Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung bey irdiſchen Gegenſtänden und über die Vertiefung des Seehorizontes (*dip of the ſea*), von Joſeph Huddart F. R. S. 257

II. Beobachtungen des General Roy's, Dalby's und mehrerer Aſtronomen über die Gröſse der irdiſchen Strahlenbrechung und die Vertiefung des Seehorizonts, mit Bemerkungen des Herausgebers 281

III. Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung und die wunderbaren Erſcheinungen, welche ſie bewirkt, vom Prof. Büſch in Hamburg 290

IV. Beobachtungen beſonderer Strahlenbrechungen von Boscowich, Monge und Ellicot 302

V. Beyträge zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht, vom Grafen von Rumford in London.

1. Von der Erzeugung der Wärme beym Verbrennen der Brennmaterialien S. 309

2. Von den Mitteln, die Wärme einzuſchlieſsen und ihre Wirkung zu regieren . 327

3. Von der Wirkungsart, wie die Flamme andern Körpern Wärme mittheilt . 343

4. Ungefähre Berechnung, wie viel Brennmaterial bey der gewöhnlichen Behandlung des Feuers in den Küchen unnütz verſchwendet wird 352

VI. Ein merkwürdiger Hof um den Mond, beſchrieben von Wilh. Hall aus Whitehall 357

VII. Eine ſeltene Lufterſcheinung, beſchrieben vom Herausgeber . 360

VIII. Einiges aus Grens nachgelaſſenen Papieren. (Beſchluſs)

3. Chemiſche Unterſuchungen des Amalienbades zu Morsleben im Magdeburgiſchen. 368

Dritten Bandes viertes Stück.

I. Beobachtungen über die Strahlenbrechung auf erwärmten Flächen, vom Abbé Tobias Gruber K. K. Kameral-Baudirector in Prag 377

II. Beobachtungen über die Brechung der Lichtſtrahlen, die nahe über der Erdfläche hinfahren, von Reinhard Woltmann: Baudirector im hamburg. Amte Ritzebüttel 397

(Beſchreibung des Phänomens S. 398; Beobachtungen und dazu eingerichteter Apparat S. 410.; Reſultate. S. 426.)

III. Theorie der mit Spieglung verbundnen Senkung und Hebung der Objecte am Horizont, vom Abbé Gruber; (ein Zuſatz zu vorſtehendem Aufſatz.) 439

IV. Ueber die Bewegungen kleiner brennender Dochte, wenn ſie in einem Becken mit Oehl ſchwimmen, von Patrick Wilſon, Prof. der prakt. Aſtron. zu Glasgow 447

Anmerkungen dazu von L. A. von Arnim 458

V. Ueber die Verſuche mit geblendeten Fledermäuſen, von Jurine 461

Sachregiſter ſammt *Namenregiſter* zu den *drey erſten Bänden* von *Gilberts* Annalen der Phyſik 465

Einige Druck- und Schreibfehler 495

ANNALEN DER PHYSIK.

DRITTER BAND, ERSTES STÜCK.

I.

Ein neues ſehr einfaches Mittel, die Kraft der electriſchen Flaſchen und Batterien beträchtlich zu erhöhen; Methode, dieſe Kraft genau zu meſſen; und Beſchreibung eines neuen Univerſal-Electrometers,

von

JOHN CUTHBERTSON
in London. *)

Im Jahre 1774 baute E. Nairne eine Electrîſirmaſchine, welche alle ehemahligen an Wirkſamkeit weit übertraf, und eine gröſsere und beſſer eingerichtete Batterie, als man bis dahin gehabt hatte. Dieſe Batterie, von 50 Quadratfuſs Belegung, war einer ſo ſtarken Ladung fähig, daſs der Entladungsſchlag von einem $\frac{1}{150}$ Zoll dicken Drahte

*) Im Auszuge aus Nicholſons *Journal of natur. philoſ.*, Vol II, p. 525 — 535.

eine Länge von 45 Zoll ſchmolz; das macht auf jeden Quadratfuſs Belegung $\frac{9}{10}$ Zoll Draht, welches viel mehr war, als noch irgend eine Batterie geleiſtet hatte. Die Batterie von 135 Quadratfuſs Belegung, die ich 1785 für das *Teylerſche Muſeum* zu Harlem verfertigte, war die erſte, welche die Batterie Nairne's an Gröſse und Stärke übertraf. Sie ſchmolz von derſelben Drahtgattung eine Länge von 180 Zoll, welches auf den Quadratfuſs Belegung 1,3 Zoll Draht giebt. Gerade ſo ſtark blieb die Intenſion ihrer Kraft, als ſie nachher bis auf 225 Quadratfuſs Belegung vergröſsert wurde und 300 Zoll Draht ſchmolz. Die Batterie von 100 Flaſchen, jede zu $5\frac{1}{2}$ Quadratfuſs Belegung, die ich bald darauf für das Teylerſche Muſeum verfertigte, würde, nach dem Schmelzen dickerer Drahtſorten zu urtheilen, von dieſem Drahte eine Länge von 655 Zoll geſchmolzen haben; *) giebt ebenfalls 1,3 Zoll Draht auf jeden Quadratfuſs Belegung.

Nach meiner Rückkunft in London habe ich mehrere Batterien, gewöhnlich von 15 Flaſchen, jede zu 168 Quadratzoll Belegung, gebauet, die, da ſie 17 Quadratfuſs Belegung enthalten, bei gleicher Kraft mit der Nairne's 153, und bei gleicher Kraft mit der Teylerſchen 22 Zoll Draht hätten

*) Von Draht, $\frac{1}{40}$ Zoll dick, ſchmelzte die 135füſsige Batterie 6 Zoll, die 225füſsige 10 Zoll, und die 550füſsige 25 Zoll; dieſe Drahtlängen ſind den Belegungen proportional. C.

ſchmelzen müſſen, ſtatt deſſen aber, mittelſt eines eignen Kunſtgriffs, ſich dahin bringen laſſen, 60 Zoll Draht zu ſchmelzen; eine auſserordentliche Zunahme an Kraft, die, wie ſie zu bewirken ſey, wohl nicht *leicht* zu rathen ſeyn möchte. Gewöhnlich *lade ich* dieſe Batterien mit einer 2füſsigen Scheibenmaſchine; man darf daher den Grund dieſer Verſtärkung nicht in einem ſtärkern Ladungsvermögen der Maſchine ſuchen. Nairne's Batterie war freilich, ſowohl in der Belegung als in den innern Drähten der Flaſchen, nicht ganz fehlerfrei, aber die Harlemer Batterien ſind eben ſo gut wie meine jetzigen eingerichtet. Zwar beſtehen ſie aus böhmiſchem Glaſe, und meine jetzigen aus weiſsem Flintglaſe, allein das ſcheint keinen beträchtlichen Einfluſs zu haben, da ich mich erinnere, mit einzelnen Flaſchen aus böhmiſchem Glaſe in Amſterdam gerade ſo viel Draht geſchmolzen zu haben, als ich jetzt mit Flaſchen aus weiſsem Flintglaſe ſchmelze. Dieſe Erhöhung an Kraft ſcheint alſo allein auf folgender veränderten Art, die Batterie zu laden, zu beruhen.

Die Harlemer Batterien wurden nie anders geladen, als in trocknem Wetter, welches man gewöhnlich am vortheilhafteſten für electriſche Verſuche hält. Der Saal, worin Maſchine und Batterien ſtehen, läſst ſich nicht heitzen, welches nicht wohl berechnet iſt; die Flaſchen werden vor der Ladung ſo viel als möglich gereinigt und getrocknet, und wenn ſie dann bis zum Selbſtentladen

electrisirt wären, so glaubten wir die gröfste Wirkung der Batterie zu erhalten.

Schon damahls erzählte uns Herr Brooke aus Norwich, eine nicht gereinigte Flasche lasse sich stärker als eine gereinigte laden; aber seine Angabe war so unbestimmt, dafs es mir nie gelang eine nicht gereinigte Flasche zu erhalten, welche seiner Versicherung entsprochen hätte; nahe an zweihundert Flaschen einer Batterie in einen solchen Zustand von Nichtreinigung, (*dirtyness*,) zu bringen, wurde nie versucht. Auch scheint Brooke selbst seine Methode nie auf eine Batterie, sondern nur auf zwei kleine Flaschen angewandt zu haben, deren Ladungsfähigkeit dadurch sehr verschiedentlich erhöhet wurde.

Einige Zeit darauf, 1792, bemerkte ich zufällig, dafs eine frisch belegte Flasche, (deren Inseite über der Belegung immer etwas feucht ist,) sich stärker als eine ähnliche früher belegte Flasche laden liefs, und dafs Flaschen bei feuchter Luft, wenn man sie inwendig nicht trocknet, eine eben so erhöhete Ladung annehmen. Ich versuchte daher, ob sich nicht dasselbe ereignen würde, wenn ich bei trockener Witterung in die zu ladende Flasche hinein hauchte, und in der That verstärkte sich dadurch die Ladung so, dafs eine Flasche, die bei trockenem Wetter nicht mehr als 5 Zoll Draht schmolz, 12 Zoll zu schmelzen vermochte. Ich weifs nicht, ob es das Widersprechende gegen die gewöhnliche Methode, Batterien nur in trockenem Wetter zu

brauchen, war, oder was mich ſonſt davon abhielt, dieſen einfachen Kunſtgriff ſogleich auch bei einer Batterie zu verſuchen. Erſt im März 1796, als während eines Curſus von Verſuchen die Luft ſo auſserordentlich trocken war, daſs eine der 17füſsigen, vorhin erwähnten Batterien, ſich ſtets eher entlud, als die Ladung bis zu der Stärke, die ich wünſchte, gekommen war; fiel es mir ein, in die Flaſchen der Batterie vor dem Laden durch eine Glasröhre zu hauchen. Und dieſes hatte die glücklichſte Wirkung. Statt daſs ich es vorhin bei dem damahligen Zuſtande der Luft nicht dahin zu bringen vermocht hatte, mehr als 18 Zoll Draht zu ſchmelzen, ſchmolzen nun, zu meinem groſsen Erſtaunen, 60 Zoll Draht, und ich ſah mich ſo im Beſitze einer höchſt einfachen Methode, die Wirkung einer Batterie dem Anſcheine nach zu verdreifachen.

Da ich mir keine Rechenſchaft von dieſer Art, die Ladung zu verſtärken, geben konnte, ſo unternahm ich eine Reihe von Verſuchen, um einiges Licht hierüber zu verbreiten. Die Hauptverſuche über die Kraft der Batterien haben der D. van Marum 1785 und 1795 und Brooke zu Norwich 1786 angeſtellt, *) ihre Reſultate ſind aber

*) Erſt während des Niederſchreibens dieſes Aufſatzes fand ich in dem Werke Brooke's die hierher gehörigen Verſuche. Wahrſcheinlich liegt es an dem Mangel an Ordnung, womit die ſehr einſichtsvollen Verſuche Brooke's erzählt ſind, daſs

ſehr verſchieden, ſtimmen auch nicht mit meinen frühern Verſuchen überein. Mir fehlte es damahls eben ſo als dem D. van Marum an einem Electrometer, das die verhältnifsmäſsige Menge der electriſchen Materie mit hinlänglicher Genauigkeit angezeigt hätte. Brooke beſaſs zwar ein von ihm dazu erfundenes Inſtrument, deſſen Behandlung aber ſo viele Geſchicklichkeit erforderte, ſo unbequem und ſo koſtbar war, daſs es andere Phyſiker wohl nur deshalb bisher nicht nachgemacht haben. Dagegen vereinigt folgendes, vor kurzem von mir erdachtes einfaches und bequemes *Electrometer*, welches auf Taf. I, Fig. 1, abgebildet iſt, alles in ſich, was zu dieſem Verſuche erfordert wird.

Auf einem 18 Zoll langen und 6 Zoll breiten Brette *GH* ſtehen 3 Glasfüſse *D*, *E*, *F*, welche die drei iſolirten Kugeln *a*, *b*, *c* tragen. Unter der Meſſingkugel *a* befindet ſich ein langer meſſingener Haken, mit welchem der zu ſchmelzende Draht und die Auſsenſeite der Batterie in Verbindung geſetzt wird. Die Kugel *b* öffnet ſich unten in eine 3 Zoll lange meſſingene Röhre, welche auf den Glasſtab *F* aufgekittet iſt, und hat zur Seite und oberwärts ein Loch. In das erſtere wird ein Meſſingſtab *L* hineingeſchoben, der die Kugel mit einem Knopfe

ſie nicht bloſs meiner Aufmerkſamkeit beim frühern Leſen der Schrift, ſondern, wie es ſcheint, auch der des Herrn D. van Marum und der übrigen Electriker bisher entgangen waren. C.

der Batterie in Verbindung ſetzt. Die letztere Oeffnung hat $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, und liegt ſenkrecht über der untern Röhre. Die dritte Kugel *c* endlich beſteht aus zwei Hälften, die von einander zu ſchieben ſind, und es läſst ſich auf ſie ein gewöhnliches Henleyſches Quadrant-Electrometer *K* aufſchrauben. Die obere ihrer Hälften hat rechter Hand, die untere linker Hand einen Einſchnitt, die einander gegen über angebracht ſind, und dem Meſſingſtabe *AB*, (der durch die Kugel *c* hindurchgeht und in ihrem Mittelpunkte mittelſt zweier zugeſchärfter Zapfen auf gehörig geſtalteten Pfannen ruht,) die Freiheit geben, ſich aus der Horizontallage bis *a* ungehindert herab zu bewegen. Die Kugeln *A*, *B* ſind ſo abgewogen, daſs ſie ſich genau das Gleichgewicht halten, und daſs der Schwerpunkt des ganzen Wagebalkens etwas über den Ruhepunkt deſſelben liegt. Die Kugeln *A* und *a* berühren ſich in der geneigten, die Kugeln *B* und *b* in der horizontalen Lage des Wagebalkens, und zwar letztere ſo, daſs zwei Löcher oben und unten in *B* genau ſenkrecht über den Oeffnungen der Kugel *b* ſtehen. Nun hat man mehrere Gewichte *i* von verſchiedenen Granmengen, in Geſtalt von Nadeln, deren breiter Kopf zwar durch die obere, nicht aber durch die untere Oeffnung der Kugel *B* geht, und deren Stiel in die Kugel *b* und die Röhre darunter hinabhängt.

Auch ohne dieſes Gewicht *i* würde der Wagebalken *AB*, wenn er in horizontale Lage gebracht

ist, für sich darin bleiben; sobald man aber den Kugeln *B* und *b* auch nur wenig Electricität zuführte, würden sich beide Kugeln von einander abstofsen, und da der Schwerpunkt des Wagebalkens überdem Drehpunkte liegt, *B* sogleich so weit in die Höhe fahren, bis die Kugeln *A* und *a* zusammenträfen. Ein kleines Gewicht in *B* hält diese Kugel beim Electrisiren länger mit *b* in Berührung, so dafs im Verhältnisse dieses Gewichts gröfsere Grade von Electricität erfordert werden, um den Wagebalken in Bewegung zu bringen. Steht dann die Kugel *b* mit der innern und *a* mit der äufsern Belegung einer Flasche in Verbindung, so schlägt die Flasche los, sobald *A* und *a* sich bis auf die Schlagweite nähern.

Man sieht leicht, dafs dieses Instrument drei verschiedene Electrometer in sich vereinigt: ein *Henlysches*, welches den allmähligen Anwachs der Electricität während des Ladens der Batterie anzeigt; Lane's *Entladungs-Electrometer*; und Brooke's *Wage-Electrometer*; und zwar die beiden letztern, die bei ihren Erfindern noch sehr unvollkommene Vorrichtungen sind, wie ich mir schmeichle, beträchtlich verbessert. Lane's Electrometer läfst sich in seiner ersten Einrichtung nicht wohl bei Batterien brauchen, weil die Entladungskugel dem Knopfe der Batterie so nahe hängt, dafs sich immer Staub und Fäden so stark zwischen beide Kugeln ansetzen, dafs sie die Ladung aufhalten und starke Ladungen oft unmöglich machen; hier hingegen stehen beide Kugeln 4 Zoll weit aus einander, und die Ent-

dungskugel des Electrometers fetzt ſich nicht eher in Bewegung, als bis die verlangte Stärke der Ladung wirklich erreicht iſt. Brooke's Wage-Electrometer konnte erſtens keine Entladung bewirken; zweitens führte die Schwierigkeit, die erſte Trennung der Kugeln zu beobachten, leicht zu groſsen Irrthümern; und drittens lieſs es ſich im unvortheilhaften Lichte nicht ohne Beihülfe eines Dritten beobachten: — Nachtheile, welche ich vermieden habe. Durch dieſe Verbindung und dieſe Verbeſſerungen leiſtet mein Electrometer alles, was man nur immer von einem Electrometer verlangen kann. Wir bemerken bei *k* die Zunahme der Ladung; beim Auseinandergehen der Kugeln *B* und *b* giebt ſich die Repulſivkraft in Gewichttheilen; und ſobald die Ladung bis zur verlangten Stärke gekommen iſt, bewirkt die Kugel *A* die Entladung.

Mit Hülfe dieſes Inſtruments ſtellte ich folgende Reihe von Verſuchen an:

Verſuch 1. Ich verband die Kugel *b* mit einer Flaſche *M* von 1·68 Quadratzoll Belegung, brachte das Electrometer gehörig daran, indem ich die Juſtirſchraube in *C* ſo lange drehte, bis die Kugeln *B* und *b* ſich berührten, und legte dann in *B* die Nadel 15. Darauf wurden 2 Zoll Spiralfederdraht *) zwi-

*) Man bekömmt dieſen Draht bei den Uhrmachern käuflich. Er beſteht aus platt geſchlagenem Stahle, und man verfertigt daraus die kleine Feder, welche die Unruhe in den Uhren treibt. Der, deſſen

ſchen zwei Paar Stahlfederzungen, (die in der Figur bei *G* und *m* abgebildet ſind und eine Art kleiner Zangen bilden,) befeſtigt, und die eine dieſer Zänglein an den Haken *m*, der jenen Draht mit der Kugel *a* des Electrometers in Verbindung ſetzte, die andere an einen dicken Draht *N* gehängt, der mit der äuſsern Belegung der Flaſche Verbindung hatte. Dann reinigte und trocknete ich den nicht belegten Theil der Flaſche ſorgfältig, und brachte den Stab *L* an den Leiter der Electriſir-Maſchine. Mit zunehmender Ladung ſtieg *k* immer höher, und bei der Entladung wurde der Spiralfederdraht durch den Schlag, der hindurch ging, geſchmolzen und zerfiel in kleine Kugeln.

Verſuch 2. Nun brachte ich 8 Zoll von demſelben Spiralfederdrahte zwiſchen die Stahlzungen, legte in *B* das Gewicht 30, und trocknete und reinigte wiederum den unbelegten Theil der Flaſche. Allein ehe die Kugel *B* in Bewegung kam, und als das Electrometer *k* wenig Electricität mehr als vorhin zeigte, erfolgte eine Selbſtentladung der Flaſche. Ich blies darauf in die Flaſche durch eine Glasröhre, und nun erfolgte keine Selbſtentladung, ſondern *B* kam in Bewegung, und der Schlag, der von *A* nach *a* überſprang, ging durch den Draht, und ſchmolz die 8 Zoll in demſelben Grade, wie vorhin 2 Zoll Draht,

Cuthbertſon ſich bediente, war 0,005 Zoll breit, und 44½ Zoll dieſes Drahts wogen ein Grän. *Nicholſon.*

ſo nämlich, daſs der Draht durch ſeine ganze Länge roth glühte und in Kügelchen zerfiel. — Entladungen bewirken nämlich ſehr verſchiedene Grade von Schmelzung; und giebt man darauf nicht gehörig Acht, ſo kann das zu groſsen Irrthümern führen. Am füglichſten bleibt man bei dem hier erwähnten Grade von Schmelzung. Auch muſs man ſorgfältig darnach ſehen, daſs der zu ſchmelzende Draht ſtraff in gerader Linie, ohne Ecken und Beugung, angezogen iſt.

Aus dem doppelten Gewichte und aus der Menge der Umdrehungen der Maſchine, zu ſchlieſsen, war die Flaſche bei dieſem Verſuche noch einmahl ſo ſtark als beim erſtern geladen. Da es ſcheinen könnte, daſs der Schlag beim Durchgange durch den abgeplatteten Spiralfederdraht, deſſen ich mich in dieſen beiden Verſuchen bedient hatte, ſich durch die Schärfen des Drahts etwas zerſtreuet habe, ſo wiederholte ich beide Verſuche mit rundem Drahte, und der Erfolg blieb derſelbe.

Verſuch 3. Um genau die Drahtlängen zu erforſchen, die bei einerlei Intenſion der electriſchen Materie von verſchiedenen Mengen derſelben geſchmolzen werden, ſetzte ich an den Draht *L* noch eine zweite Flaſche auch von 168 Quadratzoll Belegung, legte in *B* das Gewicht 15, und ſpannte 2 Zoll vom vorigen Drahte zwiſchen die Stahlfederzungen. Indem die Kugel *B* anfing, zu ſteigen, wurde, ehe noch die Kugeln *A* und *a* ſich ſo weit genähert hatten, daſs die Entladung erfolgt wäre, dieſe zweite Flaſche vom Drahte abgerückt, wozu man wäh-

rend des Sinkens der Kugel *A* hinreichend Zeit hat. Beim Entladen der gebliebenen Flaſche wurden die 2 Zoll Draht gerade geſchmolzen.

Darauf wurden 8 Zoll von demſelben Drahte eingeſpannt, bei unverändertem Gewichte aufs neue 2 Flaſchen ſo an die Stange *L* geſetzt, daſs ihre äuſsere Belegung in leitender Verbindung ſtand und die zweite Flaſche beim Entladen nicht verrückt. Beide Flaſchen ſchlugen nun los und ſchmolzen die 8 Zoll Draht in eben dem Grade, wie vorhin die 2 Zoll. — In dieſem Falle war offenbar die Entladung das Doppelte der vorigen. Beim Wiederholen des Verſuchs ergaben ſich indeſs ſo verſchiedene Reſultate, daſs ich fürchten muſste, der Schlag zerſtreue ſich zum Theil durch die Schärfen des Drahts. Ich nahm daher runden Draht, ſo dick als er, um hinlänglich geſchmolzen zu werden, nur ſeyn konnte.

Verſuch 4. Von rundem Drahte, $\frac{1}{150}$ Zoll im Durchmeſſer, wurden 6 Zoll eingeſpannt, und an den Stab *L* drei Flaſchen von 168 Quadratzoll Belegung geſetzt. Alle drei ſchlugen zugleich los, und der ganze Draht wurde gerade geſchmolzen.

Als ich 2 Zoll von demſelben Drahte einſpannte, und indem die Kugel *B* ſtieg, die eine der drei Flaſchen abrückte, ſo daſs nur 2 losſchlugen, ſchmolzen gerade dieſe 2 Zoll auf eben die Art.

Verſuch 5. Durch vier Flaſchen wurden 8 und dann auch $8\frac{1}{2}$ Zoll von demſelben Drahte immer bei unverändertem Gewichte *i* geſchmolzen, und zwar

zerfiel die letzte Drahtlänge ſo eben in Kügelchen; 9 Zoll Draht vermochte der Schlag nur in ihrer ganzen Länge rothglühend zu machen.

Als beim Heben der Kugel *B* zwei Flaſchen abgerückt wurden, ſchmolzen 2 Zoll von demſelben Drahte und $2\frac{1}{2}$ Zoll wurden rothglühend.

Verſuch 6. Vierzehn ähnliche Flaſchen ſchmelzten, auf dieſelbe Art behandelt, von einem Drahte, der $\frac{1}{100}$ Zoll dick war, wenn alle ſtehen blieben, eine Länge von 8 Zoll, und wenn ſieben beim Anſteigen der Kugel *B* abgerückt wurden, 2 Zoll.

Alle dieſe Verſuche zeigen hinlänglich, daſs die *doppelte Menge von electriſcher Materie, in Geſtalt einer Entladung, eine vierfache Drahtlänge ſchmelzt*, und aus Verſuch 4 folgt: *daſs von einer $1\frac{1}{2}$mahl ſo groſsen Menge von Electricität eine dreifache Drahtlänge geſchmolzen wird.*

Ich muſs deshalb an der Genauigkeit der Verſuche des Dr. van Marum's zweifeln, nach welchen die Längen des geſchmolzenen Drahtes in gleichem Verhältniſſe mit der Belegung ſeiner Batterien wuchſen, und alſo doppelt ſo viel Belegung nur eine doppelte Drahtlänge zu ſchmelzen vermöchte. Wahrſcheinlich wurde er zu dieſer irrigen Angabe dadurch verführt, daſs er *erſtens* ſeine Batterien wohl nicht gleich ſtark geladen hatte, indem er damahls kein dazu recht dienliches Electrometer beſaſs; *zweitens* hat er vielleicht nicht auf die ſo ver-

ſchiedenen Grade der Schmelzung Acht gehabt, und die Stärke der Entladung bloſs darnach beurtheilt, daſs der Draht in Kügelchen zerfiel, welches leicht zu Miſsgriffen verleitet. Denn geſetzt, eine Flaſche oder Batterie laſſe ſich ſo ſtark laden, daſs ſie eben 18 Zoll Draht zu Kügelchen ſchmelzt; ſo wird dieſelbe Ladung auch auf einen gleich dicken und kürzern Draht, bis auf 7 Zoll herab, keine weitere Wirkung haben, als daſs ſie ihn zu Kugeln ſchmelzt, lediglich mit dem Unterſchiede, daſs im letztern Falle die Kügelchen kleiner ſind, und weiter aus einander ſtieben; 6 Zoll dieſes Drahts werden in Geſtalt von Flocken und Kügelchen in einen braunen Eiſenocher verwandelt. Um hierbei mit Genauigkeit zu verfahren, muſs man den niedrigſten Grad von Schmelzung ſuchen, der ſich dadurch charakteriſirt, daſs der Draht, indem der Schlag hindurch geht, in ſeiner ganzen Länge roth glühet, und darauf erſt in Kügelchen zerfällt.

Das aufgefundene Verhältniſs, wonach die Länge des ſchmelzenden Drahtes mit der Menge der ſich entladenden electriſchen Materie wächſt, belehrte mich, daſs ich die Zunahme an Kraft, welche eine Batterie durch das Hineinhauchen erhält, zu hoch geſchätzt hatte. Da eine 17füſsige Batterie von 15 Flaſchen, gut gereinigt und getrocknet, 18 bis 22 Zoll Draht von $\frac{1}{150}$ Zoll Durchmeſſer, nach dem Hineinhauchen in jede Flaſche hingegen 60 Zoll dieſes Drahtes, folglich eine dreifache Draht-

länge ſo eben ſchmolz; ſo war, den obigen Verſuchen zufolge, die electriſche Kraft im letztern Falle 1½mahl ſo groſs als im erſtern, und 15 Flaſchen thaten nach dem Hineinhauchen dieſelbe Wirkung, welche 21 trockene und gereinigte Flaſchen gehabt haben würden.

Es ſcheint nicht leicht zu ſeyn, dieſe Wirkung des Hineinathmens in die Flaſchen zu erklären. Die meiſten Phyſiker, denen ich den Verſuch zeigte, waren geneigt, zu glauben, der Hauch wirke an dem innern unbelegten Theile der Flaſchen gleich einer Belegung; allein das iſt, wie wir ſehen werden, nicht möglich. Die Meinung, welche Herr Nicholſon in ſeinem *Journale der Phyſik*, II, 219, äuſsert, kommt der Wahrheit näher, erklärt jedoch, wie es mir ſcheint, die Erſcheinung nicht hinreichend. Ich ſtimme darin mit ihm überein, daſs Selbſtentladungen längs des unbelegten Gläſes mehrentheils von einer Art von Wellenbewegung herrühren; daſs aber dieſe Wellenbewegung durch Entladung einzelner geladener Zonen bewirkt werde, möchte ſchwer zu beweiſen ſeyn, da ſich auf trocknem und gereinigtem Glaſe ſolche Zonen wohl nicht bilden können.

Wird eine völlig getrocknete und gereinigte Flaſche an den Conductor der Maſchine geſetzt, und der innere Theil geladen: ſo ſtrebt die in dem zuführenden Drahte angehäufte electriſche Materie

ringsum, und die im innern Belege zuſammengedrängte, aus dem obern Rande dieſer Belegung auszuſtrömen; und dadurch bilden ſich um beide electriſche Atmoſphären, die an Dichtigkeit zunehmen, ſo wie die Ladung ſtärker wird, und welche bald die ganze Flaſche einnehmen. Ein Theil der in die Belegung hineingezwängten electriſchen Materie tritt in die Oberfläche des Glaſes; wo dieſes aber nicht belegt und von aufsen und innen gereinigt und getrocknet iſt, widerſteht die innere Seite dieſem Eindringen, und hält, da die beim natürlichen electriſchen Zuſtande in der Aufsenſeite vorhandene electriſche Materie nicht entweichen kann, die in der Flaſche angehäufte electriſche Materie zurück. Zuletzt überwindet dieſe bei immer ſtärkerer Anhäufung jenen Widerſtand. Etwas electriſche Materie entweicht aus der Aufsenſeite; daraus entſteht eine wellenartige Bewegung der innerlich angehäuften; ſie dringt ſogleich ſtärker dahin, treibt dadurch noch mehr aus der Aufsenſeite heraus, und ſo entſteht das Blitzen oder Leuchten, welches ſich immer zeigt, wenn eine gut gereinigte und getrocknete Flaſche ſtark geladen wird. Bei fortdauernder Ladung entſteht auf eben die Art wiederum ein Leuchten und Hin- und Herwallen; und je nachdem die Maſchine ſchneller wirkt, je nachdem mehr electriſche Materie bei jeder Wellenbewegung aus der Aufsenſeite entweicht, und je nachdem der unbelegte Theil der Flaſche trockner und reiner iſt, iſt das zweite, dritte oder eins der folgenden

Leuch-

Leuchten mit einer Selbſtentladung der Flaſche verbunden. Zuweilen kommt es auch ohne vorhergehendes Leuchten zum Selbſtentladen; dieſes iſt der Fall, wenn gleich die erſte Wellenbewegung ſo ſtark iſt, daſs ſie eine Entladung bewirkt, da ſie dann ſo ſchnell auf jenes folgt, daſs es unmerklich wird.

Manchmahl zeigt ſich beim Laden einer Flaſche ein wiederholtes Leuchten, ſchnell hinter einander, welches nachher, ungeachtet die Maſchine immer fort wirkt, ohne eine Entladung bewirkt zu haben, aufhört. Dann iſt der unbelegte Theil des Glaſes zwar ziemlich, doch nicht vollkommen rein und trocken, und enthält zwar einige leitende Theile, doch nicht ſo viel, daſs die electriſche Materie von einem zum andern, ohne ein Leuchten an der Auſsenſeite, überſpringen könnte. Dabei verbreitet ſie ſich allmählig über die ganze Innenſeite, wodurch die Wellenbewegung ſo gemindert wird, daſs daraus *keine* Selbſtentladung entſteht.

Wird nun vor der Ladung die Innenſeite durch Hauchen befeuchtet, ſo muſs die zugeführte electriſche Materie, die ſich über die ganze innere Belegung augenblicklich gleichmäſsig ausbreitet, ſich eben ſo, wiewohl mit einiger Schwierigkeit, und daher nur allmählig, über die unbelegte Glasfläche ausdehnen, indem ihr die verdichtete Feuchtigkeit des Hauchs zum Leiter dient, und ſie, ſo wie dieſer ſich angeſetzt und angehäuft hat, aus den Rändern der Be-

legung an die Glasfläche in die Höhe tritt. Sind dieſe leitenden Theilchen gleichförmig über die ganze unbelegte Glasfläche vertheilt, ſo wird die ganze Innenſeite der Flaſche geladen, freilich der unbelegte Theil, wegen der Unvollkommenheit ſeiner Leitung, ſchwächer als der belegte; und bei dieſer gleichförmigen Vertheilung über der ganzen innern Fläche entſteht weder ein Blitzen und Leuchten, noch eine Entladung längs des Glaſes zwiſchen beiden Belegungen. Eher wird die Flaſche ſelbſt durchbohrt, oder iſt ſie dazu zu ſtark, ſo ſtrömt die electriſche Materie, längs der obern Oeffnung der Flaſche, mit eben der Geſchwindigkeit aus, mit der ſie ihr zugeführt wird.

Eine Selbſtentladung kann nur dann erfolgen, wenn ein Körper von hinlänglicher Maſſe und Leitungsfähigkeit vorhanden iſt, um den Theil von electriſcher Materie, der ſich entladet, an der Stelle der Entladung in ſich zu ſchlieſsen; ohne dies wird nie eine Entladung ſtatt haben. Die leitende Feuchtigkeit reicht aber nur eben hin, die von der Maſchine angehäufte electriſche Materie über der Glasfläche zu verbreiten, iſt aber nicht dicht genug, um eine Selbſtentladung in ſich zu nehmen oder zu beherbergen. Ereignet ſich eine Selbſtentladung, ſo kann ſie nur von der innern Belegung, oder von dem Drahte in der Flaſche herrühren, aus denen ſie zur äuſsern Belegung überſpringt; beides wird in dieſem Falle gehindert. Die innere Belegung kann

ſich nur durch ihren obern Rand entladen; das geht dann aber nicht an, da die Flaſche dicht über dieſem Rande eben ſo ſtark als in der Belegung mit electriſcher Materie gefüllt iſt, die ſich nach allen Seiten zurücktreibt. Eben ſo hindert die Repulſivkraft der auf den obern Rand der Innenſeite condenſirten electriſchen Materie die Entladung des Drahtes: mithin kann eine Flaſche unter dieſen Umſtänden ſich nicht von ſelbſt entladen; und iſt das Ladungsvermögen erſchöpft, ſo ſtrömt die electriſche Materie eben ſo ſchnell, als ſie ihr zugeführt wird, über den obern Rand der Flaſche aus.

Dieſe Vergröſserung der Ladungsfähigkeit einer Flaſche und einer Batterie iſt folglich zwar, ohne Zweifel, den feuchten Theilchen zuzuſchreiben, die ſich auf der innern unbelegten Fläche des Glaſes niederſchlagen; allein dieſe wirken nicht, wie manche glaubten, als eine Belegung, ſondern bloſs dadurch, daſs ſie in den Zuſtand kommen, oder vielmehr das Vermögen erhalten, einer Selbſtentladung zu widerſtehen, ſo daſs ſich eine ſtärkere Ladung als auſserdem in die Belegung hineinzwängen läſst. *)

*) Wahrſcheinlich haftet die electriſche Materie nicht ſowohl an den feuchten Theilchen, wie es ſich Cuthbertſon vorſtellt, als vielmehr an der behauchten innern Seite des Glaſes ſelbſt. Dann wäre das Behauchen ein Mittel, das Glas, das ſonſt nur durch Reibung urſprünglich zu electri-

Wenn die Flaſchen entladen werden, ſo entladet ſich zwar wohl etwas von der auf der innern unbelegten Glasfläche angehäuften electriſchen Materie zugleich mit, (vielleicht bis auf $\frac{1}{2}$ Zoll, über den

ſiren, iſt, auch durch Zuführung und Mittheilung electriſch zu machen. Bekanntlich läſst aber das Glas, ſo wie andere Nichtleiter, die auf ſeiner Oberfläche angehäufte electriſche Materie bei Berührung mit Leitern, und ſo auch wahrſcheinlich bei allen übrigen Entladungen, nur ſtellenweiſe, (am berührten Orte ſelbſt,) und nicht alle auf einmahl fahren. Dadurch würde das Ueberſpringen der auf der unbelegten innern Seite des Glaſes condenſirten electriſchen Materie zur äuſsern Belegung in Geſtalt einer Selbſtentladung unmöglich; die Repulſivkraft der hier im Glaſe haftenden electriſchen Materie verhinderte zugleich, wie Cuthbertſon richtig bemerkt, die Selbſtentladung der innern Belegung oder des zuführenden Drahtes, und eben deshalb lieſse ſich in beiden weit mehr Electricität als ohne dies anhäufen. Auch nach dieſer Erklärung beruhete daher die Verſtärkung der Ladung durch das Hineinhauchen lediglich und allein auf der ſtärkern Anhäufung der Electricität in der innern Belegung und im Drahte, und keinesweges auf der im unbelegten Theile des Glaſes haftenden electriſchen Materie. Wird die Flaſche mittelſt einer leitenden Verbindung zwiſchen der äuſsern und innern Belegung entladen, ſo kann nur die electriſche Materie, welche in der innern Belegung und dem Drahte, als Leitern, condenſirt iſt, plötzlich und mit einem Mahle, in Geſtalt eines electriſchen Schlags, nach der äuſsern Belegung

Rand der Belegung, mehr oder weniger, nach dem Grade der Feuchtigkeit und der Lage der feuchten Theilchen;) allein dieſer Zuwachs der Entladung iſt von weniger Bedeutung, und vermag keinesweges bei einer Batterie von 15 Flaſchen die Wirkung in dem Grade, als wenn 7 Flaſchen mehr vorhanden wären, wie das in der That der Fall iſt, zu erhöhen.

überfahren. Die an dem nicht-leitenden Glaſe haftende Electricität wird dadurch vom Glaſe nicht getrennt. Cuthbertſon läugnet daher mit Recht, daſs die Feuchtigkeit als Belegung wirke; wiewohl mir die in dieſer Anmerkung verſuchte Erklärung den wahren Punkt noch beſſer, als die Cuthbertſonſche, zu treffen ſcheint. *d. H.*

II.

Wie die Stärke electrischer Batterien während des Ladens zu messen ist,

vom

Obrist-Lieutenant HALDANE. *)

Die Batterie werde isolirt, ihre äufsere Belegung mit dem Innern einer nicht-isolirten Leidner Flasche in Verbindung gebracht, und mit dieser ein daneben stehendes Cuthbertsonsches Electrometer, welches man der Stärke der Ladung, die man als Einheit oder Maafs hierbei brauchen will, gemäfs einrichtet. Indem die Batterie geladen wird, erhält die Leidner Flasche eine Ladung von entgegengesetzter Electricität; und sobald diese stark genug ist, das Electrometer in Bewegung zu setzen, so entladet sie sich. So oft dieses geschieht, ist immer die Leidner Flasche gleich stark geladen, mithin von der äufsern Belegung der Batterie immer gleich viel electrische Materie in sie übergegangen, und daher auch, der Franklinschen Theorie gemäfs, der Batterie selbst immer gleich viel Electricität zugeführt worden; daher die Zahl der Schläge jener Flasche anzeigt, wie viel solche Maafse von Electricität die

*) Nicholsons *Journ. of Nat. Phil.*, Vol I, pag. 156—158, viel eher als der vorhergehende Cuthbertsonsche Aufsatz geschrieben und abgedruckt.

Batterie enthält, folglich auch die Kraft, welche die Batterie beim Entladen äufsert.

Die folgenden Verfuche find mit einer fehr wirkfamen Nairnfchen Electrifirmafchine, mit einem Cylinder von beinahe 18 Zoll im Durchmeffer, angeftellt. Die kleine Batterie hatte ungefähr 6 Quadratfufs, die Flafche 90 Quadratzoll Belegung; der Schlag der Batterie wurde durch einen Eifendraht, 2 Zoll lang und 0,045 Zoll im Durchmeffer, geleitet; und das Electrometer bei jedem Verfuche anders eingerichtet, indem das Gewicht in der Wage und der Abftand der entladenden Kugel jedes Mahl verändert wurden.

Erfter Verfuch. Das Electrometer erhielt das kleinfte Gewicht, und die Entladungskugeln wurden einen Zoll weit aus einander gefetzt. Als die Batterie nach einmahliger, dann auch nach zweimahliger Entladung der Flafche, abgebrannt wurde, blieb der Draht ganz unverändert. Nach einer Ladung von 3 Schlägen, mithin von 3 Maafs Electricität, fchlug die Batterie leuchtende Theilchen vom Drahte ab; eben fo bei 4 Maafsen. Eine Ladung von 5 Maafsen zerrifs den Draht und machte ihn roth glühen, und eine von 6 Maafsen fchmolz ihn in rothglühende Kügelchen zufammen. Bei 9 bis 10 Maafsen entlud fich die Batterie von felbft.

Zweiter Verfuch. Alles blieb wie vorhin, nur wurde die Entfernung der entladenden Kugeln bis auf 2 Zoll vergröfsert. Jetzt wirkte 1 Maafs nichts; 2 und 3 Maafs fchlugen leuchtende Theilchen, letztere

mit einem Dampfe, ab; 4 Maafs glüheten und zerriffen den Draht; und 5 Maafs fchmelzten ihn in glühende Kugeln zufammen; 7 bis 8 Maafs gaben eine freiwillige Entladung.

Dritter Verfuch. Als das Electrometer mit dem gröfsten Gewichte befchwert, und die entladenden Kugeln einander bis auf einen Zoll genähert wurden, blieben die Erfcheinungen gerade diefelben, und die Selbftentladung erfolgte bei 8 bis 9 Maafsen; und als man die Entladungskugeln wieder bis auf 2 Zoll von einander entfernte, kamen alle diefe Erfcheinungen bei einer Zahl von Maafsen, die um eins kleiner als im zweiten Verfuche war, zum Vorfchein; die freiwillige Entladung bei 6 bis 7 Maafsen.

Vierter Verfuch. Das Electrometer blieb mit dem fchwerften Gewichte verfehn, die Entladungskugeln ftanden 2 Zoll von einander, und nun wurde eine zweite Batterie von 12 Quadratfufs Belegung zur erften hinzugefügt, dafür aber 2 Zoll eines 0,08 Zoll dicken Drahts eingefpannt. 1 Maafs wirkte nichts; 4 und 6 Maafs fchlugen leuchtende Theilchen, letztere unter Dampf, ab; 8 Maafs brachten den Draht zum Roth glühen und zerriffen ihn; 10 Maafs zerftückten ihn in rothglühende Kügelchen; und 15 bis 16 Maafs bewirkten eine freiwillige Entladung.

III.

Will. Nicholson's *Nachricht von einigen Verſuchen* Cuthbertsons, *angeſtellt, um ein Maaſs für die Kraft electriſcher Maſchinen zu finden.* *)

Mehrere Fundamental-Verſuche für die Lehre von der Electricität ſind noch erſt anzuſtellen. Einer der wichtigſten unter ihnen iſt die Beſtimmung des Grades von Electricität, den eine Maſchine im Verhältniſſe zu der reibenden Fläche erregt, da weder die Länge noch Geſtalt der Funken aus dem Conductor oder aus einer Flaſche von gegebener Gröſse, noch die Weite, bis auf welche die electriſche Anziehung des Conductors wirkt, die Stärke der Maſchine zu beſtimmen ausreicht. Auf die erſtere haben die Gröſse des Conductors, die Art ſeiner Endigung, und beſonders die von Herrn van Marum

*) Im Auszuge aus Nicholſons *Journ. of Nat. Philoſ.*, II, 215 — 219. Dieſer Aufſatz wurde gleichfalls eher als Cuthbertſons Abhandlung unter No I geſchrieben, und ſcheint zwar Cuthbertſons Verſuchen eine andere Abſicht beizulegen, als der Künſtler, nach Aufſatz I zu urtheilen, dabei hatte, dient aber doch, manches in jenem Aufſatze zu erläutern. *d. H.*

bemerkte Wellenbewegung; und auf die letztere nicht blofs die minder wefentlichen Theile der Mafchine, fondern auch die Gröfse und Geftalt des Zimmers, worin die Mafchine fteht, Einflufs. Die Electriker fuchten fich daher an die zweite Methode zu halten; allein auch gegen fie erregt Cuthbertfon gegründete Zweifel, geftützt auf Verfuche, die er mir auf meine Bitte wiederholt hat.

Cavendifh fchlofs aus einer Reihe von Verfuchen über die Ladung electrifcher Flafchen, dafs fich die Menge von Electricität, welche belegtes Glas von verfchiedener Geftalt und Gröfse, durch denfelben Grad von Electrifirung, annehmen, fich direct wie die Gröfse der Belegung, und verkehrt, wie die Dicke des Glafes verhalten, und dafs bei verfchiedener Intenfität die Menge von Electricität, unter gleichen Umftänden, mit der Länge der Funken nahe in gleichem Verhältniffe fteht. *) Cuthbertfon weicht, feiner grofsen Erfahrung gemäfs, von diefen allgemeinen Schlufsfätzen ab. Bei grofsen Intenfitäten ift der Funken viel länger, als er es nach Verhältnifs der Ladung feyn follte, **) und eine Ladung von geringer Intenfität läfst fich, wie man aus einigen der folgenden Verfuche fchliefsen mufs, weder durch ihren fehr kurzen Funken, noch durch die Zahl der Umdrehungen der Mafchine meffen. Die

*) *Philofophical Transactions*, Vol. 66, pag. 196.

**) *Eben daſelbſt*, Vol. 76.

Electriker bedienen ſich gewöhnlich des beſten Glaſes ihrer Gegend, und daher in der Regel alle nur Einer Art von Glas. Allein Cuthbertſon hat bemerkt, daſs die verſchiedenen Arten des weiſsen, und noch viel mehr des grünen Glaſes, bei gleicher Oberfläche und Dicke, ganz verſchiedener Mengen von Electricität bedürfen, um gleich ſtark geladen zu werden. Er zeigte mir zwei gleich dicke Flaſchen, die beide, nach der Zahl der Umdrehungen zu urtheilen, ein gleiches Ladungsvermögen hatten; die Belegung der einen war um $\frac{1}{3}$ kleiner als die der andern. Hieraus folgt die Nothwendigkeit, das Kennzeichen zur Schätzung der Stärke der Electricität, von der Gröſse der Belegung einer Flaſche unabhängig zu machen. Cuthbertſon empfiehlt hierzu das Schmelzen von Stahldraht; da aus ſeinen Verſuchen folgt, daſs gleiche Mengen von Electricität, in Geſtalt einer Entladung, immer gleiche Längen von derſelben Art Draht ſchmelzen, die Capacität der Flaſche ſey gröſser oder kleiner, überſchreitet ſie nur nicht gewiſſe Grenzen. Dieſes zu erweiſen, war der Hauptzweck ſeiner Verſuche.

Es wurden zwei Maſchinen in Bewegung geſetzt, eine einfache und eine doppelte 2füſsige Scheibenmaſchine, jene mit zwei, dieſe mit vier Paar Reibeküſſen, jedes 5 Zoll lang, die in einem Durchmeſſer der Scheibe, an deſſen Enden, einander gegen über ſtanden, ſo daſs die ganze geriebene Fläche an der einfachen Maſchine 1193,8 Quadratzoll oder 8,29 Quadratfuſs, an der 2ſcheibigen Maſchine das Doppelte

betrug. Eine mit Lane's Entladungs-Electrometer verſehene Flaſche diente, die Geſchwindigkeit, womit die Electricität erregt wurde, zu zeigen. An den Conductor der erſten Maſchine geſetzt, ſchlug ſie bei $7\frac{3}{4}$ Umdrehungen 5mahl los; an den Leiter der doppelten gebracht, gab ſie bei gleich vielen Umdrehungen etwas mehr als die doppelte Ladung. Zu allen folgenden Verſuchen wurde die einfache Scheibenmaſchine genommen.

Eine Flaſche, deren äuſsere Belegung $6\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmeſſer und $7\frac{1}{2}$ Zoll Höhe hatte, die 0,16 Zoll dick war, und die über die Belegung $4\frac{1}{4}$ Zoll ſenkrecht hervorragte, deren Belegung mithin 188 Quadratzoll betrug, wurde an den erſten Conductor der Maſchine geſetzt. Sie war oben offen, und verengerte ſich hier ein wenig. Nach 4 Umdrehungen verbreiteten ſich einige Blitze in verſchiedenen Zweigen über den unbelegten Theil, und bei der ſechsten Umdrehung erfolgte eine Selbſtentladung längs des durchſichtigen Glaſes. Darauf hielt Cuthbertſon eine Glasröhre in die Flaſche, bis nahe an den Boden derſelben, und blies zweimahl hinein, um, wie er ſagte, die Flaſche dadurch fähig zu machen, die Ladung länger zurück zu halten; eine der gewöhnlichen Meinung von der Schädlichkeit der Feuchtigkeit ganz widerſprechende Methode, die ihm indeſs den Verſuchen Brooke's zu entſprechen ſcheint, nach denen eine Flaſche, deren unbelegter Theil durch Begrei-

fen beſchmutzt war, eine ſechsmahl ſtärkere Ladung, als völlig gereinigt, ohne ſich ſelbſt zu entladen, faſſen konnte. *) Ich hatte bisher dieſen Verſuch als einen Beweis angeſehn, daſs Glas, welches durch das Begreifen fettig geworden iſt, die Feuchtigkeit der Luft nicht ſo ſtark, als wenn es rein iſt, anzieht, und hatte mich dem gemäſs ſchon öfters des Talgs ſtatt eines Firniſſes bedient, um das Iſoliren durch Glasfüſse dadurch zu erhöhen. Cuthbertſons Methode hatte indeſs gerade dieſelbe Wirkung; denn die Flaſche zeigte nun während der ganzen drei Stunden, welche die Verſuche dauerten, weder Blitze noch eine Neigung zum Selbſtentladen, ob ſie gleich mitunter Ladungen von 10 bis 12 Umdrehungen erhielt. Die Flaſche wurde ſo entladen, daſs der Schlag durch eine mäſsige Entfernung auf einen iſolirten Knopf überſpringen, und dann durch 5 Zoll Spiralfederdraht, der zwiſchen zwei kleine Zänglein eingeſpannt war, hindurch gehn muſste; und dann vergröſserten wir allmählig die Entfernung des Knopfs von der Flaſche, bis endlich der Schlag ſo ſtark wurde, daſs der ganze Draht glühete und nahe am poſitiven Ende zerriſs, wo ein oder zwei leuchtende Kügelchen davon abflogen. Zu ſolch einer Wirkung wurden 10 Umdrehungen erfordert, und der Fun-

*) *Miſcellaneous Experiments and Remarks on Electricity* etc., by A. Brook. Norwich 1789, ins Deutſche überſetzt.

ken ſprang $1\frac{3}{4}$ Zoll weit von der Flaſche zum Knopfe über.

Zur vorigen ſetzten wir nun noch eine zweite Flaſche an den Conductor, und verbanden ihre äuſsere Belegung durch eine Leitung. Dieſe Flaſche hatte eine Dicke von 0,17 Zoll, und eine Weite von 6,2 Zoll; war $8\frac{1}{2}$ Zoll hoch belegt und $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch nicht belegt; ihre äuſsere Belegung betrug mithin 190 Quadratzoll oder $1\frac{1}{3}$ Quadratfuſs. Der vorige Verſuch wurde mit Schlägen aus dieſen beiden Flaſchen zugleich wiederholt. Als der Draht unter denſelben Umſtänden, wie vorhin, riſs, waren ſie mit $9\frac{3}{4}$ Umdrehungen geladen, und der Entladungsfunken ſprang $\frac{3}{4}$ Zoll weit über; eine ſchöne Beſtätigung des Reſultats, welches Cuthbertſon aus ſeinen frühern Verſuchen gezogen hatte, daſs ſtets eine gleiche Menge Electricität erfordert wird, um gleich viel Draht derſelben Art zu ſchmelzen, die geladene Glasfläche möge auch noch ſo verſchieden ſeyn.

Als von demſelben Drahte $2\frac{1}{4}$ und nachmahls $2\frac{3}{4}$ Zoll zwiſchen die Zänglein eingeſpannt und die erſte Flaſche allein beibehalten wurde, reichten 5 Umdrehungen der Scheibe hin, den erſtern Draht noch viel ſtärker, den letztern aber gerade ſo, als die 5 Zoll im vorigen Verſuche, zu durchglühen, zu zerreiſsen und Kügelchen davon abzuſchlagen. Dieſes ſcheint dahin zu deuten, daſs ſich die Menge

von Electricität allerdings wie die Längen des unter gleichen Umſtänden geſchmolzenen Drahts verhält.

Bei einer Batterie aus 15 Flaſchen, von 17 Quadratfuſs Belegung, wurden 19 Umdrehungen der Maſchine erfordert, um 5 Zoll deſſelben Drahts ſchwach röthlich glühend zu machen; bei 20 Umdrehungen zerriſs er unter den vorigen Umſtänden. Ein halb ſo langer Draht wurde bei 12 Umdrehungen durchglüht, und bei 15 Umdrehungen etwas ſtärker wie der vorige geſchmolzen. Hier hätte alſo die Batterie gerade noch einmahl ſo viel Electricität bedurft, um dieſelbe Wirkung, als zuvor eine geringere Belegung, hervorzubringen. Dies konnte theils an der vergröſserten Länge, durch die der Schlag jetzt hindurchgehn muſste, und die an beiden Seiten 6 Fuſs betrug; theils an einer Verminderung in der Kraft der Maſchine liegen. Wir verkürzten daher die Verbindung, ſo daſs ſie mit der bei den Flaſchen gleiche Länge behielt, und unterſuchten die Kraft der Maſchine, die, da ſie bei $7\frac{3}{4}$ Umdrehungen die Flaſche mit dem Laneſchen Entladungs-Electrometer 5mahl zum Entladen brachte, nichts an Kraft verloren haben konnte.

Bei dieſer neuen Anordnung der Batterie wirkten 12 Umdrehungen gar nicht auf den Draht; 21 Umdrehungen zerſtiebten den ganzen in Kügelchen bei einem heftigen Glühen; wahrſcheinlich

würden 20 Umdrehungen ihn, wie zuvor, zerriſſen haben. Auf einen halb ſo langen Draht wirkten 12 Umdrehungen gleichfalls nicht, aber bei 13 Umdrehungen glühte er und zerriſs, indem ein oder zwei Kügelchen abgeſchlagen wurden. Einen Zoll Draht zerſchmelzten 10 Umdrehungen groſsen Theils zu Kügelchen. — Dieſe Verſuche ſcheinen zu dem Schluſſe zu berechtigen, daſs, um gleiche Wirkung auf Draht hervorzubringen, bei einer groſsen Belegung, und mithin einer geringen Intenſion, mehr electriſche Materie, als bei ſtärkern Intenſionen, erfordert wird. Vielleicht, daſs die Geſchwindigkeit der electriſchen Materie zu geringe iſt, als daſs der ganze Schlag bei groſsen Belegungen ſich zu gleicher Zeit im leitenden Drahte befinden kann; oder der Andrang deſſelben iſt ſchwächer, oder endlich mag das Leitungsvermögen der ſehr verdünnten Luft, durch welche der Schlag zuletzt hindurch geht, beträchtlich abgenommen haben. *)

Während der drei Stunden, welche dieſe Verſuche gedauert hatten, war die Maſchine faſt immer in Bewegung geweſen. Sie brauchte nun zu 5 Entladun-

*) Sollte es nicht viel einfacher ſeyn, dieſen Unterſchied aus dem verhältniſsmäſsig viel gröſsern Rückſtande an electriſcher Materie zu erklären, die nach einer Entladung in groſsen Belegungen bei geringern Intenſionen, als in kleiner Belegung bei ſtarker Intenſion, bleibt? *d. H.*

ladungen der Probeflaſche wenig mehr wie 8 Umdrehungen, ſo daſs die Geſchwindigkeit, mit der ſie Electricität erregte, höchſtens um $\frac{1}{10}$tel mochte abgenommen haben.

Werfen wir noch einen Rückblick auf dieſe Verſuche, ſo ſieht man, daſs ſie freilich noch mancher Wiederholung und Abänderung bedürfen, *) um zu erhärten, daſs eine gleiche Menge von Electricität, bei verſchiedener Gröſse und Geſtalt der Belegung, wofern ſie nur eine beträchtliche Intenſion hat, immer gleich viel Draht von derſelben Art ſchmelzt, will man anders ſich nicht auf Cuthbertſons Reſultate verlaſſen.

Was den ſonderbaren Umſtand betrifft, daſs eine gereinigte und getrocknete Flaſche ſich von ſelbſt entladet, daſs ſie hingegen, durch Hineinhauchen gefeuchtet, ihre Ladung weit länger zurück hält; ſo ſcheint es, als laſſe ſich dieſes aus der Theorie nicht ohne Schwierigkeit ableiten. Ich bin geneigt, dieſe Wirkung von einer wellenartigen Bewegung abzuleiten. Die gereinigte unbelegte Glasfläche wird vielleicht, wie

*) Dergleichen, und zwar genauere und zuverläſſigere, hat nachmahls Cuthbertſon ſelbſt in dem Aufſatze mitgetheilt, welcher in dieſem Hefte der Annalen vor Nicholſon's Nachricht ſteht. *d. H.*

Prieſtley und Andere gezeigt haben, mit abwechſelnden Zonen entgegengeſetzter Electricität geladen. Haben dieſe die gehörige Intenſion erreicht, ſo mögen ſie ſich gegenſeitig entladen, und dadurch in der ganzen Ladung ein Wellen bewirken, welches das Ueberſpringen derſelben von der einen zur andern Belegung ſehr befördert. Iſt dagegen die Glasfläche mit einzelnen Theilen von Feuchtigkeit bedeckt, ſo findet von Theilchen zu Theilchen nur ein geringeres Ueberſpringen ſtatt, wodurch die Ruhe der Ladung nicht geſtört wird; und daher erfolgt nicht eher eine Selbſtentladung, als bis die Intenſität ſo groſs wird, daſs die Ladung durch eine Reihe von Theilchen getrieben wird, die von einer Belegung zur andern reicht.

IV.

UNTERSUCHUNGEN

über

die Verengerung, welche ſich im Waſſerſtrahl bildet, wenn Waſſer aus Gefäſſen durch eine Oeffnung in einer dünnen Platte ausſtrömt,

von

J. B. VENTURI,
Prof. der Phyſik zu Modena.*)

INHALT.

1. Die Verengerung eines Waſſerſtrahls, der durch eine dünne Platte aus einem Gefäſſe ausfließt, iſt nicht der Neutonſche Cataract. — Die Geſchwindigkeit in der verengerten Stelle iſt faſt dieſelbe, welche zur Höhe des Waſſerſtandes, als Fallhöhe, gehört.

2. Sonderbare Geſtalt eines Strahls, der durch eine Ritze ausfließt *Verſuch* 3. Bei geradlinigen Oeffnungen entſprechen die Seiten des verengerten Strahls den Winkeln der Oeffnung, und umgekehrt. Urſache dieſer Erſcheinung.

3. Bei höherm Waſſerſtande fällt die Stelle der größten Verengerung des Strahls tiefer unter die Oeffnung hinab, als bei kleinern Waſſerhöhen. *Verſuch* 32. Andere Verſchiedenheit in Geſtalt und Geſchwindigkeit des ſich verengernden Strahls. *Verſuch* 33 und 34. — Ausfluſs aus einer Röhre, deren inneres Ende in das Gefäſs ſelbſt hineingeht. *Verſuch* 35.

*) Eine Zugabe zu ſeinen *Recherches expérimentales*, pag. 71 — 80.

1.

Man hat ſchon vieles über die convergirenden Richtungen geſchrieben, in welchen die Waſſertheilchen aus einem Gefäſse durch eine Oeffnung ſtrömen, die in einer dünnen Platte ohne vorgeſetzte Röhren angebracht iſt, und über die Geſtalt, welche dann der ſich verengernde Waſſerſtrahl annimmt. Die Betrachtungen und Verſuche, die ich mittheilen will, werden einige weitere Aufklärung hierüber an die Hand geben.

Ich fange damit an, die Fundamentallehre der Hydraulik wider die Meinung eines Gelehrten zu vertheidigen, der ſich durch ſeine Bemühungen und ſeinen Eifer für die Fortſchritte der Wiſſenſchaft auszeichnet; nämlich gegen Lorgna, den Stifter der italiäniſchen gelehrten Geſellſchaft. Er behauptet: *) der ſich verengernde Theil des Waſſerſtrahls ſey nichts anders, als eine Fortſetzung des Newtonſchen Cataracts, und die Geſchwindigkeit des Waſſers beim Ausſtrömen aus einer Oeffnung in einer dünnen Platte ſey viel geringer als die Geſchwindigkeit, welche zur Waſſerhöhe im Gefäſse, als Fallhöhe, gehört. Und zwar, wenn *MD*, Taf. I, Fig. 2, die Achſe des Waſſerſtrahls iſt, der durch die kreisrunde Oeffnung *B* im Boden eines Gefäſses ausſtrömt, und man ſetzt den Halbmeſſer dieſer Oeffnung $BC = 1$, die Höhe des Waſſerſtandes im

*) *Mem. della Società Italiana*, Vol. IV.

Gefäſse $MB = a$, und macht $BD = BC = 1$; ſo iſt, nach Lorgna's Behauptung, $0{,}472 \cdot a = HB$ die Fallhöhe, welche zur Geſchwindigkeit gehört, mit der das Waſſer durch die Oeffnung BC ausſtrömt. Lorgna ſtützt dieſen Satz auf Rechnungen über die gegenſeitige Einwirkung der Waſſertheilchen. Allein da in dieſer Materie die Bemühungen der gröſsten Geometer bisher fehlgeſchlagen ſind, ſo muſs man in einen Beweis, der aus theoretiſchen Gründen der Mechanik abgeleitet iſt, billig einiges Miſstrauen ſetzen. So wahr und unbezweiflich die Lehrſätze der Mechanik auch an ſich ſind, ſo auſserordentlich ſchwierig wird ihre Anwendung auf eine unendliche Menge von Waſſertheilchen, die nach allen Seiten beweglich ſind, und den Druck nach allen Richtungen fortpflanzen; (und eben wegen der Nothbehelfe, wozu man deshalb ſchreiten muſs, wird dieſe Anwendung der Mechanik ſehr unſicher.)

Wir wollen ſehen, ob Lorgna's Theorie mit der Erfahrung zuſammenſtimmt. Gehört die Geſchwindigkeit, welche das Waſſer in der Oeffnung B hat, zur Fallhöhe $HB = 0{,}472 \cdot a$, ſo iſt die Geſchwindigkeit deſſelben in D nach dem Verhältniſſe von $\sqrt{HB} : \sqrt{HD}$ gröſser, und nach demſelben Verhältniſſe wird ſich der Querſchnitt des Waſſerſtrahls in D verengern. *) Folglich iſt DE

*) Siehe *Annalen der Phyſik*, B. II, S. 405 f. d. H.

$= \sqrt{\left(\frac{0{,}472 \cdot a}{1 + 0{,}472 \cdot a}\right)}$, *) und dieſes iſt die Formel für Newtons hyperboliſches Conoid.

Wäre kein anderer Grund zur Verengerung des ausflieſsenden Waſſerſtrahls, als die zunehmende Geſchwindigkeit deſſelben, hierbei im Spiel; ſo müſste die Gröſse von DE, wie man ſie aus Verſuchen findet, mit der, wie ſie dieſe Formel beſtimmt, zuſammenſtimmen. Allein beide weichen ſehr weit von einander ab, wie man aus folgender Tabelle ſehen kann.

	Werth von DE in Theilen von BC ausgedruckt,	
	nach den Verſuchen.	nach der obigen Formel berechnet.
Poleni's, (*de caſtellis*, §. 35)	0,79	0,97
Michelotti's, (*Sperim. Idraul.* Tom. I, eſper. 46; Tom. II, eſper. IV) —	0,80	0,99
Boſſut's, (*Hydrod.* Art. 437, exper. V) — —	0,818	0,99
Nach meinen Verſuchen bei 35 Zoll hohem Waſſerſtande, und einer kreisförmigen horizontalen Oeffnung von 18 Linien Durchmeſſer —	0,798	0,984

*) Da nämlich die Querſchnitte des Strahls in B und D beiderſeits Kreiſe ſind, ſo verhalten ſie ſich wie die Quadrate der Halbmeſſer; und folglich iſt $BC^2 : DE^2 = \sqrt{0{,}472 \cdot a} : \sqrt{(0{,}472 \cdot a + BD,}$

Hieraus ist es offenbar, dafs sich der Wasserstrahl, wenn er senkrecht herunter fliefst, den Versuchen nach bei weitem mehr verengert, als es vermöge seiner zunehmenden Geschwindigkeit durch die Beschleunigung der Schwere geschehn müfste; und noch viel mehr ist das bei einem horizontal ausströmenden, oder einem senkrecht in die Höhe springenden Wasserstrahle der Fall, wo gar keine Beschleunigung durch die Schwere im Fortströmen statt findet, und wo sich doch der Strahl fast eben so verengert, als wenn er senkrecht hinabfliefst. Folglich ist die Verengerung des Wasserstrahls ganz etwas anderes als Newton's Hyperboloide.

Um zu beweisen, dafs der Strahl bei seinem Ausflusse aus der Oeffnung nicht die ganze Geschwindigkeit hat, die zur Wasserhöhe über dem Mittelpunkte der Oeffnung, als Fallhöhe, gehört, führt Lorgna die Versuche Kraft's an. *) Diese sind aber auf den gegenwärtigen Fall nicht anwendbar, da sie mit cylindrischen Röhren angestellt sind, und in solchen Röhren, wie wir gesehn haben, jederzeit ein Theil der Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers aufgehoben wird, welches bei dem Ausflusse durch Oeffnungen dünner Platten nicht

oder da $BC = BD = 1$ ist, $1 : DE = \sqrt{0{,}472} \cdot a : \sqrt{(1 + 0{,}472 \cdot a)}$, woraus der obige Werth von DE folgt. d. H.

*) *Act. Petrop.*, Vol. 8.

der Fall iſt. *) Lorgna will ferner nicht, daſs man die Geſchwindigkeit, womit Strahlen, die ſenkrecht in die Höhe ſpringen, aus den Gefäſsen hervorſtrömen, mittelſt der Höhe beſtimme, bis zu der ſie ſteigen, weil er fürchtet, es ſey bloſs das nachfolgende Waſſer des Strahls, welches das vorangehende treibt und es bis nahe an das Niveau des Waſſerſtandes im Gefäſse erhebt. Allein wenn man den Strahl plötzlich unterbricht, ſo ſteigen die letzten Waſſertheilchen bis auf die nämliche Höhe, als die vorhergehenden, ohne eine zuſammenhängende Waſſerſäule hinter ſich zu haben, die ihnen folgte und ſie ſtützte. Mithin haben ſie offenbar beim Ausſtrömen durch die Oeffnung die ganze Geſchwindigkeit erlangt, mittelſt der ſie bis nahe zum Niveau der Oberfläche des Waſſers im Gefäſse ſteigen.

Schränken wir uns fürs erſte auf den horizontalen Ausfluſs aus Gefäſsen ein, ſo ſcheint mir einer der Verſuche, die ich im vorigen Aufſatze mitgetheilt habe, (B. II, St. 4, IV,) entſcheidende Reſultate für dieſe Vergleichung zu geben. Als der Waſſerſtand im Gefäſse 32,5 Zoll, und die ſenkrechte Höhe PM, (B. II, Taf. IX, Fig. 1,) 54 Zoll betrug, war die horizontale Entfernung MN jederzeit 81,5 Zoll; mithin

*) Selbſt Torricelli hatte dieſes Seite 168 ſeiner Werke bemerkt: „*Quotiescunque autem aqua per tubum latentem decurrens per anguſtias transire debuerit, falſa omnia reperies.*“ V.

nur um zwei Zoll kleiner, als sie seyn würde, wenn der horizontale Strahl mit der ganzen Geschwindigkeit, die zur Fallhöhe von 32,5 Fuss gehört, aus der Oeffnung ausgeströmt wäre, und sie ungeschwächt bis *N* beibehalten hätte. Der Durchmesser des Strahls, da, wo er am meisten verengert war, betrug sehr nahe 14,3 Linien, und die Geschwindigkeit desselben an dieser Stelle musste für *MN* = 81,5 Zoll, 149,5 Zoll in der Secunde seyn. Diese mit der Grösse des Querschnitts an der Stelle der grösten Verengerung multiplicirt, giebt einen Ausfluss, bei dem vier Kubikschuh Wasser in 41″ Zeit ausströmen müssen; und damit stimmte der Versuch völlig überein. So haben wir drei durch Versuche bestimmte Maasse, die mit einander übereinstimmen und sich gegenseitig bestätigen; nämlich die Entfernung *MN*, die Verengerung des Strahls, und die Zeit des Ausflusses. Da überdies die Erfahrungen Bossut's, Michelotti's und Poleni's beinahe die nämlichen Resultate geben, so scheint es keinem Zweifel weiter unterworfen zu seyn: 1. dass der Querschnitt des Strahls, da, wo er am meisten verengert ist, ungefähr 0,64 von der Grösse der Oeffnung beträgt; und 2. dass die Geschwindigkeit an dieser verengerten Stelle beinahe so gros ist, als die Geschwindigkeit, welche zur Höhe des Wasserstandes über dem Mittelpunkte der Oeffnung, als Fallhöhe, gehört.

2.

Diese beiden Erfahrungssätze gelten, wenn erstens die Oeffnung in einer dünnen Platte angebracht ist, und wenn zweitens das Wasser von allen Seiten her gleichförmig der Oeffnung zuströmt. Wird dieser innere gleichförmige Zufluss gestört, so muss auch der Erfolg sich ändern. Folgende Versuche wurden in der Absicht angestellt, um eine der auffallendsten Wirkungen solcher Veränderungen in der Richtung der zuströmenden und sich gegenseitig pressenden Wasseradern darzustellen.

Versuch 31. Vor die Mündung des Wasserbehälters wurde eine Platte mit einer Oeffnung *ACBD*, (Taf. I, Fig. 3,) welche die Gestalt einer Ritze hatte, und zwar so gesetzt, dass *A* und *B* horizontal lagen. Ihre äussern Enden *C* und *D* waren abgerundet; ihre Weite betrug nicht ganz 2 Linien, ihre Länge 18 Linien, und der Wasserstand im Gefässe über dem Mittelpunkte der Spalte 32,5 Zoll. Anfänglich hatte der ausfliessende Wasserstrahl schon gleich bei der Oeffnung die Gestalt *EF*; darauf näherten sich die beiden Enden *E* und *F* immer mehr, und zugleich schwoll der Strahl in der Mitte auf, so dass sein Querschnitt in einer Entfernung von 4,5 Zoll von der Oeffnung die Gestalt eines Vierecks, wie *GH*, annahm. Endlich erweiterte sich der Strahl in senkrechter Linie, fächerartig, wie *KL*.

Dieſelben Erſcheinungen zeigten ſich genau in der nämlichen Folge, als ich der Spalte eine ſenkrechte Lage gab, ſo daſs *A* und *B* vertikal gerichtet waren. Nur war jetzt *EF* vertikal und der breite Fächer *KL* horizontal.

Die Waſſeradern, die längs der beiden langen Ränder der Ritze *A* und *B* ausſtrömen, ſind einander ſehr nahe; und da ſie convergiren, ſo ſtreben ſie, ſich in einer ſehr kleinen Entfernung von der Oeffnung zu vereinigen. Die Waſſeradern, die längs *C* und *D* ausfliefsen, ſind entfernter, vielleicht auch weniger convergent, und können ſich nur in einer gröſsern Entfernung von der Oeffnung vereinigen. Mithin wird hier im Waſſerſtrahle auf zwei Verengerungen hingewirkt; beide Wirkungen halten ſich aber zum Theil das Gleichgewicht, und machen, daſs die gröſste Verengerung *GH* erſt in einer 5mahl gröſsern Entfernung von der Oeffnung, als bei einer kreisrunden Oeffnung, deren Durchmeſſer der Länge der Spalte gleich iſt, entſteht.

Dieſer Verſuch giebt über ein Phänomen Aufſchluſs, das Poleni und Andere in einigen beſondern Fällen bemerkt, doch nicht erklärt haben. So oft die Oeffnung in der dünnen Platte, durch welche das Waſſer ausſtrömt, eine geradlinige Figur iſt, entſprechen die Ecken des ſich verengernden Waſſerſtrahls den Seiten dieſer Figur, und umgekehrt. Iſt z. B. die Oeffnung ein Viereck von

kreifes *ACB*, (Fig. 6,) von 11,2 Linien Durchmeſſer hatte, ausſtrömen lieſs, und im Innern des Gefäſses, ſenkrecht auf die Ebene der Oeffnung, die horizontale Platte *PQ* vorſetzte. Der Waſſerſtrahl wich nun von der horizontalen Lage *CE* in der Geſtalt *CFG*, nach der Seite der Ebene *QP* zu ab, ſo daſs der Winkel *FCE* 9°,5, und der Winkel *FCG* 36° betrug. Der ſenkrechte Querſchnitt des Strahls hatte die Form *KL*, und vier Kubikſchuh Waſſer floſſen in 206″ heraus.

Man ſieht, daſs die Reſultate dieſes Verſuchs denen der beiden vorigen Verſuche analog ſind.

Verſuch 35. Der Bürger Borda erzählt in einem intereſſanten Aufſatze *) eine beſondere Erſcheinung, die er aus dem Princip der Gleichheit des Drucks, den flüſſige Körper nach allen Richtungen ausüben, auf eine ſehr einfache Art erklärt. Wenn nämlich Waſſer aus einem Gefäſse in eine cylindriſche Röhre ausſtrömt, und man ſtöſst das innere Ende dieſer Röhre etwas in das Gefäſs hinein, ſo verengert ſich der Strahl in ihr ſtärker und der Ausfluſs iſt geringer, als wenn die Röhre ganz zum Gefäſse hinaus ſteht. Ich habe dieſen Verſuch wiederholt, und bei einer durchgängig cylindriſchen Röhre, dergleichen ſich Borda bediente, daſſel-

*) *Mémoires de l'Acad. des Sciences de Paris*, An 1766.

be bemerkt. Als ich aber dem Mundſtücke der Röhre die koniſche Form des ſich verengernden Strahls, wie in B. II, Taf. IX, Fig. 4, gab; ſo fand ſich zwiſchen dem Ausfluſſe in beiden Lagen der Röhre weiter keine recht bemerkbare Verſchiedenheit. Als nämlich das koniſche Mundſtück *AC* in das Innere des Gefäſses hineingeſchoben war, floſs in 81″ die nämliche Waſſermenge aus, welche, wenn die Röhre ganz zum Gefäſse heraus ragt, in 80″ ausſtrömt; und hätte der Theil *AC* vollkommen die Geſtalt des ſich verengernden Strahls gehabt, ſo würde wahrſcheinlich auch dieſer kleine Unterſchied verſchwunden ſeyn.

V.

IDEEN
zu einer Theorie des Magneten,

von

L. A. von Arnim.

1. Beobachtungen über die chemiſche Beſchaffenheit der Magneten.

INHALT.

Das Eiſen iſt nicht allein des Magnetismus fähig. Magnetismus des Diamanten, der Kohlen u. ſ. w. Zum dauernden Magnetismus des Eiſens wird Sauerſtoff erfordert, doch nicht die Verbindung mit Sauerſtoff allein, ſondern auch mit Kohlenſtoff; alle beide in beſtimmten Verhältniſſen, weil ſie ſonſt die Bedingung des Magnetismus, Cohärenz, aufheben. Die auszeichnende Eigenſchaft des Eiſens zum Magnetismus beſteht darin, bei der höchſten Cohärenz, mit dem Kohlenſtoffe in verſchiedenen Graden der Oxydation eine Verbindung in Metallform einzugehen Ueber das Auszeichnende der Metallform. Im rohen Eiſen iſt der Kohlenſtoff ſtärker oxydirt als im Stahle; das rohe Eiſen unterſcheidet ſich ferner durch Ungleichheit der Miſchung mit Kohlenſtoff. Chemiſcher Unterſchied zwiſchen den beiden Polen des Magneten. Entgegengeſetzter Unterſchied der Erdpole, durch die ungleiche Erwärmung der nördlichen und ſüdlichen Halbkugel hervorgebracht. Magnetismus des Kobalts. Kohlengehalt des Kobalts. Der Magnetismus des Diamanten, des Eiſens und Kobalts laſſen ſich dadurch auf eine gleiche Urſache zurückführen.

Unter den Verſuchen Brugmann's über den Magnetismus verſchiedener Stoffe erregte keiner ſo

ſo ſehr meine Aufmerkſamkeit, als die mit Diamanten *) angeſtellten. Nach dieſen wurde der farbenloſe Diamant nicht bloſs vom Magneten gezogen, ſondern zeigte auch eigne Polarität. Doch ſchien durch Lavoiſiers **) und Anderer Verſuche hinlänglich bewieſen, daſs er reiner Kohlenſtoff ohne Metallgehalt, und daſs ſelbſt die wenige Erde, die zuweilen beim Verbrennen zurück bleibt, nur zufällig ihm beigemiſcht ſey. Man könnte vielleicht den Verſuch Cavallo's, ***) der einen Türkis, der vorher gar nicht auf die Magnetnadel wirkte, durch Reiben an einer Stahlnadel, dieſe Eigenſchaft ertheilte, damit zuſammenſtellen; aber der Diamant wird eines Theils nicht vom Stahle angegriffen, andern Theils mit eignem Staube oder Diamantſpath geſchliffen. — Dieſer Verſuch leitete mich auf ähnliche. Ich ſchnitt aus Holzkohlen, nach der Länge der Holzfaſern, längliche Nadeln, gab ihnen ſo wenig Berührungsfläche, wie nur möglich, mit dem Queckſilber, auf welches ich ſie legte, und alle wurden mehr oder weniger vom Magneten gezogen, zeigten ſogar bei kleinen****) Magnet-

*) Brugmann's *Phil. Verſuche über die magnetiſche Materie*, Leipzig 1784, S. 293. *A.*

**) Lavoiſier's *Phyſiſch-chemiſche Schriften*, überſ. von Weigel, II. B., S. 160 bis 243. *A.*

***) Cavallo's *Abhandlung vom Magnet*, Leipzig 1788, S. 196. *A.*

****) Ich folgte der Bemerkung Hauy's, der mit vielem Rechte erinnert, daſs wir öfter Polarität

nadeln Polarität. Eine Steinkohle aus dieſer Gegend zeigte auch einigen, aber viel ſchwächern Magnetismus. Ich verbrannte beide in gleicher Menge, fand in jener nur eine Spur Eiſen, in dieſer viel mehr. Ich verſuchte, ob durch Ablöſchen der einen angebrannten Seite des Magneten im Waſſer der Magnetismus der kleinen Nadeln nicht verändert würde: ich konnte es aber nicht bemerken, ungeachtet es doch wohl möglich war, daſs es ſtatt fand; da in dieſen Verſuchen die geringſte Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Queckſilbers und die geringſte entgegenſtrebende Bewegung darin, die Wirkung des Magneten aufhebt. Dies hielt mich auch davon ab, Kohlen, die verſchiedene Gasarten verſchluckt hatten, in dieſer Rückſicht zu unterſuchen. — Die Cavallo'ſchen *) Verſuche mit dem Meſſing ſchienen mir nicht ſo beſtimmt wie der Brugmannſche zu beweiſen, *daſs das Eiſen nicht allein des Magnetismus fähig ſey*, da dieſer Naturforſcher nicht ein einziges Mahl die Meſſingmagneten einer chemiſchen Prüfung auf Eiſen unterwarf. — Giebt es nun Magneten ohne Eiſen; giebt es ferner Eiſen, das ſehr verſchiedene Fähigkeit zum Magnetismus zeigt: ſo frägt es ſich: welches die des ſtärkſten Magnetismus fähige Miſchung des Eiſens iſt. Daſs hierin

an Körpern bemerken würden, wenn nicht unſre groſse Magnetnadeln gewöhnlich die Pole verwandelten. (S. Hauy's Aufſatz in dieſem Hefte d. A.) A.

*) *Abhandlung vom Magnet*, S. 172 bis 179. A.

ein Unterſchied zwiſchen den Stahl- und Eiſenarten ſtatt finde, darin ſtimmen alle Phyſiker überein, auch in den Angaben finden ſich wenig Unterſchiede. Weiches Eiſen, ſagen ſie, nimmt den Magnetismus ſchnell an, verliert ihn aber eben ſo ſchnell; guter Stahl nimmt ihn zwar ſchwerer an, aber er iſt ſowohl dauerhafter als auch zu einem höhern Grade zu bringen. *) Nach Rinmann **) iſt das Roheiſen am wenigſten des Magnetismus fähig.

Da von hier an Verſuche und Reſultate, unter gewiſſen Anſichten, nicht mit einander übereinſtimmen, ſo will ich ſie unter beſtimmte Geſichtspunkte bringen und prüfen. Das vollkommne Eiſen-Oxyd, ſehen wir, wird nicht mehr vom Magneten ***) gezogen, und die Stärke der Magneten nimmt ab, je mehr ſie ſich mit gelbem Roſte überziehen. Dagegen fand Wilke, ****) daſs Stahlnadeln, die, an einer Spitze glühend, noch keine Spur von Magnetismus zeigten, ſchnell in Waſſer abgelöſcht, einen dauernden Magnetismus annahmen. Hierbei erſtreckt ſich aber, nach Reaumür's und Lavoi-

*) Z. B. Cavallo S. 137. Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*, I, S. 93. A.

**) Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*. Berlin 1785, I. B., S. 64. A.

***) *Eben daſelbſt*, Th. I, S. 99. A.

****) *Abhandlungen der ſchwediſchen Akademie für* 1766, §. 21. A.

ſier's *) ſehr beſtimmten Verſuchen, die Säuerung nicht blofs auf die Oberfläche, ſondern ſie dringt auch tief ins Innere vor. Rinmann **) ſah ſogar, daſs ein an einem Ofen liegender oxydirter und nachher wieder zuſammengeſchmolzener eiſerner Anker ſtark magnetiſch geworden war. Auch wenn Eiſen ***) anfängt von Schwefelſäure angegriffen zu werden, wirkt es ſtärker auf den Magneten, als vorher. So empfiehlt Rinmann, ****) den zu Magneten beſtimmten Stahl glühend ſtark zu drehen, und Herr Steinhäuſer *) bemerkte einen groſsen Einfluſs auf die Fähigkeit zum Magnetismus in Stahlſtücken, die er in verſchiedenen Gasarten hatte abkühlen laſſen. Ferner ſind faſt alle Eiſenerze **) magnetiſch.

*) Lavoiſier's *Phyſiſch-chemiſche Schriften*, IV. B. S. 252 bis 256. *A.*

**) Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*, I. B., S. 98. *A.*

***) Cavallo's *Abhandlung vom Magnet*, S. 192. Daſs Schwefelſäure in etwas hier beſſere Wirkung that, als Salzſäure, läſst ſich daraus erklären, daſs jene nur unvollkommenes, dieſe auch vollkommenes Eiſen-Oxyd auflöſt. *A.*

****) Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*, I. B., S. 95. Auch das vom Schwefel aufgelöſte Eiſen wird ſtark vom Magneten gezogen. I. B., S. 101. *A.*

*) Scherer's *Journal der Chemie*, II. B., S. 341. *A.*

**) Hauy am angeführten Orte. *A.*

Hier könnte vielleicht jemand auf den Gedanken kommen, dafs zwifchen magnetifcher Anziehung und dauernder Polarität ein folcher Gegenfatz ftatt fände, dafs zwar keine ohne die andere, jede aber im entgegengefetzten Verhältniffe der andern wüchfe. Seit van Swinden *) indeffen gezeigt hat, dafs die Magneten einander ungleich ftärker anziehen, als weiches Eifen und ein Magnet, fcheint diefe Erklärung alle Wahrfcheinlichkeit zu verlieren. Noch einen Grund dagegen bietet auch das Roheifen dar, welches, nach Lampadius, **) viel Sauerftoff enthält, und, der Rinmannfchen oben angeführten Erfahrung gemäfs, des Magnetismus fähig ift, und da Stahl, der, wie wir bald fehen werden, mehr Sauerftoff als weiches Eifen enthält, am beften zu Magneten geeignet ift. Der Widerfpruch, worauf wir alfo hier geführt würden, beftünde darin, *dafs eben der Sauerftoff, der das Eifen durch feinen Zutritt des dauernden Magnetismus fähig macht, diefe Wirkung wiederum zerftört.* Diefen Widerfpruch aufzulöfen, dazu fcheint uns befonders die letztere Erfahrung die Hand zu bieten. Roheifen

*) *Analogie de l'électricité et du magnetisme*, à la Haye 1785, T. II, p. 500. *A.*

**) *Abhandlungen über die Preisfrage: Worin beftehe der Unterfchied zwifchen Roheifen und gefchmeidigem Eifen?* Leipzig 1799, S. 1 bis 48. Lampadius *Praktifch-chemifche Abhandlungen*, II. Band, S. 47 bis 164. *A.*

unterſcheidet ſich vom weichen Eiſen, nach Lampadius, nicht blofs durch gröſsern Sauerſtoffgehalt, ſondern auch durch mehr Kohlenſtoff. Beſtimmter, als aus Lampadius's Verſuchen, geht dieſes Reſultat aus der Bergmannſchen *) Beſtimmung der Menge von Waſſerſtoffgas hervor, die ſich bei Auflöſung gleicher Mengen der verſchiedenen Eiſenarten in Salzſäure entwickelt. Die Menge Sauerſtoff kann man hieraus ſehr beſtimmt nach dem Verhältniſſe wie 15 Theile Waſſerſtoff zu 85 Theile Sauerſtoff, **) dem Gewichte nach, berechnen, doch iſt uns dies zu keinem Zwecke. Genug, die Mittelzahlen beweiſen: rohes Eiſen bedürfe weniger Sauerſtoff zu ſeiner Verkalkung, als weiches Eiſen, und dieſer Unterſchied ſey ungleich gröſser, als aus dem Verhältniſſe des gröſsern Kohlenſtoffgehalts folgen würde, Stahl hingegen ſey etwas weniger oxydirt als Roheiſen. Den Kohlenſtoffgehalt giebt Bergmann ***) in 100 Th. Roh-

*) Bergmanni *Opuscula*, T. III, pag. 16 — 17. Die Mittelzahlen für die Menge Kubikzolle Waſſerſtoffgas aus einem Probiercentner von jedem ſind:

Aus weichem Eiſen	49,6
Aus Stahl	46
Aus Roheiſen	42,3.

A.

**) Lavoiſier's *Traité élement.*, T. III, pag. 16 — 17. *A.*

***) Bergmann *de analyſi ferri*, pag. 84 — 85. *A.*

eiſen von 1 bis 3,3, in dem Stahle von 0,2 bis 0,8; im weichen Eiſen zu 0,05 bis 0,2 an; doch war dies kein reiner Kohlenſtoff, ſondern eiſenhaltiger Graphit. Auſser dieſen beiden Unterſchieden giebt es, wenn ich nicht irre, zwiſchen dem Roheiſen und den übrigen Sorten noch einen dritten, den ich hier beiläufig zur Prüfung vorlegen will. Rinmann *) erzählt, daſs ein Tropfen Scheidewaſſer auf dem Roheiſen einen ſchattirenden, ungleichen ſchwarzen Fleck hervorbringe, da hingegen auf dem Stahle ein ſolcher Fleck gleichförmig ſchwarz, auf dem weichen Eiſen gleichförmig weiſs erſcheint. Ich glaube nicht, daſs ſich jene Ungleichheit beſſer, als aus der ungleichen Miſchung des Roheiſens mit Kohlenſtoff ableiten laſſe, woher ſich dann nicht nur die Brüchigkeit des Roheiſens, ſondern auch zum Theil die Unfähigkeit zum Magnetismus erklärt. — Alle dieſe Erfahrungen, insbeſondere die Nothwendigkeit des Kohlenſtoffs, um den, des Magnetismus fähigſten Stoff, Stahl, hervorzubringen, führen uns auf das Reſultat, daſs weder das Eiſen allein, noch die Verbindung mit dem Sauerſtoffe in gewiſſem Verhältniſſe, ſondern allein die dreifache Verbindung zwiſchen Eiſen, Kohlenſtoff und Sauerſtoff *in gewiſſen Verhältniſſen*, die des ſtärkſten, dauernden Magnetismus fähige Maſſe hervorbringt. Ich hoffe, daſs durch die folgenden

*) Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*, Seite 295.

A.

Erfahrungen ſich auch über dieſe Verhältniſſe einiges Licht verbreiten laſſe.

Ich muſs hier etwas vorausſetzen, was ich erſt in einem andern Aufſatze beweiſen kann, daſs zum Magnetismus überhaupt Cohärenz, und zum höchſten Magnetismus, aufser der chemiſchen Beſchaffenheit, die höchſte Cohärenz gehöre. Die Erfahrung beſtätigt dies hinlänglich: Glühend *) und verkalkt verliert das Eiſen alle magnetiſche Eigenſchaften; Eiſen, der beſte Magnet, hat ferner die gröſste **) Cohärenz, nach ihm kommt Kupfer und Platin, und auch dieſe ***) laſſen ſich durch eine geringe Miſchung mit Eiſen, (alſo durch Mittheilung der chemiſchen Eigenſchaft,) in Magneten verwandeln. Dieſe auszeichnende chemiſche Eigenſchaft deſſelben iſt: mit dem Kohlenſtoffe in verſchiedenen Graden der Säuerung eine Verbindung in Metallform einzugehen. Herr Lampadius ****) glaubt, mit dem Sauerſtoffe: doch ſtützt ſich dieſe Meinung nur auf Verſuche mit kohlenſtoffhaltigem Eiſen; allgemeine Gründe dagegen werden ſich in der gewöhnlichen Wirkung der Sauerſtoffverbindung auf die Metallform finden. Aber was hat dieſe Metallform

*) Cavallo's *Abhandlung vom Magnet*. S. 190. *A.*

**) Siehe die *Annalen der Phyſik*, I. B., S. 371. *A.*

***) Faſt alles Meſſing und Kupfer, welches ich verſuchte, zeigte einige Polarität. *A.*

****) *Praktiſch-chemiſche Abhandlungen*, II. B., S. 157. *A.*

ſo Auszeichnendes, daſs jeder ſie wieder erkennt, ohne ſich genau den Unterſchied zu entwickeln. Ich glaube, man thut Unrecht, wenn man es in dieſe oder jene einzelne Eigenſchaft ſetzt; einzeln möchte man ſie wohl alle auch in andern Stoffen wiederfinden, aber ſo wie ſie hier verbunden ſind, nie. Oxydirbarkeit, Undurchſichtigkeit, Schmelzbarkeit, Wärme- und Electricitäts-Leitung, groſses ſpecifiſches Gewicht, Cohärenz u. ſ. w., machen es zuſammen aus. Und alle dieſe Eigenſchaften verſchwinden entweder ganz oder zum Theil bei der Verbindung mit dem Sauerſtoffe. Es iſt dieſe Wirkung ſo allgemein, zeigt ſich auch beim Eiſen, wenn wir es Eiſen-Oxyd nennen, ſo, daſs es ſchwer wird, zu glauben, daſs bei einem niedrigern Grade der Oxydation das Gegentheil ſtatt finden ſollte. Ich kehre dahin zurück, daſs der Kohlenſtoff in verſchiedenen Graden der Oxydation ſich mit dem Eiſen verbindet. Durch die Verbindung mit Kohlenſtoff wird das Eiſen im Stahle ſpecifiſch ſchwerer, mit eben dieſem Stoffe im Roheiſen verbunden, ſpecifiſch *) leichter; dies muſs daher durch den dritten Stoff, den Sauer-

*) Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*, I, S. 64 bis 66.

Roheiſen	—	—	7 251
Weiches Eiſen	—	—	7 700
Stahl	—	—	7,795

Etwas von der groſsen Abweichung des Roheiſens kann man billig auf ſeine Blaſen rechnen, die faſt nie darin fehlen. *A.*

ſtoff, beſtimmt, und, da, nach allgemeiner Erfahrung, der Sauerſtoff die Dichtigkeit des Körpers, mit dem er ſich verbindet, mindert, der Kohlenſtoff im Roheiſen oxydirter als im Stahle ſeyn. Das ſtimmt nicht nur mit dem Reſultate aus den eben angeführten Verſuchen Bergmann's, über die Menge des entwickelten Waſſerſtoffgas, ſondern auch mit der Erfahrung überein, daſs Stahl ſchwerer roſtet, als jedes andere Eiſen, welches nun leicht aus der Beobachtung Guyton's *) ſich erklärt, daſs der Kohlenſtoff, mit je weniger Sauerſtoff verbunden, deſto ſchwerer ſich damit verbindet. Es wird endlich auch dadurch beſtätigt, daſs der Stahl beim Härten an ſpecifiſchem Gewichte verliert, **) und daſs, nach Coulombs ***) Erfahrung, das ſtarke Härten dem Magnetismus ſchadet. Muſſchenbroek, (*Introd. ad phil. nat.*, T. I, §. 1996,) fand aber, daſs Stahl ungleich geringere Cohäſenz als Eiſen hat. Sobald daher angenommen iſt, daſs bei der erforderlichen chemiſchen Beſchaffenheit die gröſste Cohärenz des Stoffs die beſten Magne-

*) *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 397 f. *A.*

**) Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*, I. B., S. 65. Siehe auch Briſſon *Péſanteur ſpecif. des corps*, à Paris 1787.

Ungehärteter Stahl	—	—	7,840
Gehärteter Stahl	—	—	7,810

A.

***) Gren's *Neues Journal der Phyſik*, II. B., S. 341. *A.*

ten liefert, ſo ſieht man, daſs der Kohlenſtoff und der Sauerſtoff ein beſtimmtes Verhältniſs haben müſſen, weil ohne beide zwar kein dauernder Magnetismus im Eiſen iſt, ſie aber die Cohärenz des Magnetismus vermindern, daher wiederum der Stärke ſchaden.

Da wir finden, daſs beim Magnetiſiren ohne Volum-Veränderung bei uns der Nordpol ſchwerer, alſo ſpecifiſch ſchwerer, dagegen der Südpol ſpecifiſch leichter wird, ſo können wir vielleicht annehmen, daſs, durch eine Wirkung eines zweiten Magneten, dieſer dem Südpole Sauerſtoff abgetreten, dagegen von dem Südpole Kohlenſtoff erhalten habe. Doch folgt daraus nicht, daſs der Chemiker, wenn er den Magneten jetzt in der Mitte durchbräche, von der einen Seite mehr Kohlen-, von der andern mehr Sauerſtoff erhalten würde, ſondern, indem der Magnet ſich trennt, kehren auch dieſe gegenſeitigen Bindungen in ihre neuen Pole ſich um. Nur in der leichtern oder ſchwerern Oxydirbarkeit der Pole läſst ſich dieſes erkennen. An Magneten allein verſuchte ich dieſes vergebens, weil ſie zu lange, um merklich verkalkt zu werden, mit Waſſer überſtrichen ſeyn müſſen. Legt man hingegen eine Armatur von *weichem* Eiſen an beide Pole, und beſtreicht beide Pole mit Waſſer, ſo kann man in kurzer Zeit, (überhaupt in kürzerer als wenn die Kette nicht geſchloſſen wäre,) die ſtärkere Oxydation an dem Nordpole des Magnetens, alſo an dem Südpole der Armatur, alſo wo ſchon der meiſte Sauerſtoff iſt, finden, weil, nach Guytons Erfahrung, die Anziehung des

Kohlenſtoffs zum Sauerſtoffe zunimmt, je mehr er davon erhält. Dieſe verſchiedene Oxydation erklärt auch die von Herrn Ritter *) beobachtete Erſcheinung, daſs zwei Eiſennadeln zu wirkſamen Excitatoren des Galvanismus gemacht wurden, wenn man die eine derſelben durch Streichen galvaniſirte. Ich geſtehe, daſs jene Vermuthung über die ungleiche chemiſche Beſchaffenheit beider Pole ihre Schwierigkeiten hat, dagegen gewinnt ſie aber durch die angeführte Beobachtung Guytons. **) Dieſes Letztere erklärt mit auſserordentlicher Leichtigkeit die Schnelligkeit, mit der man die magnetiſche Kraft, wenn ſie einmahl ſich zeigt, unter ſchwach magnetiſirten Stäben vermehren kann, u. ſ. w. Eine entgegen geſetzte chemiſche Beſchaffenheit der Erdpole würde dann dieſen magnetiſchen Nord- und Südpolen entſprechen; eine Verſchiedenheit, die ich zwar nicht aus der verſchiedenen Bildung ***) der beiden Seiten unſrer Erde herleiten kann, weil die Uebereinſtimmung der Gebirgsmaſſen ****) in ſehr

*) Humboldt *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaſer*, II. B., S. 189. *A.*

**) Siehe *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 398 bis 399. *A.*

***) Forſter's *Beobachtungen zur Theorie der Erde.* Leipzig 1798. Lichtenberg's *Taſchenbuch* für 1798, S. 127. *A.*

****) Z. B. Guellard *über ägyptiſche und franzöſiſche Granité. Mém. de l'Acad. de Paris*, 1751. Hiſt.

entfernten Gegenden es wahrſcheinlich macht, daſs dieſer Unterſchied tiefer als unſre bewohnte und befahrne Erdrinde liegt, wenn gleich beide einen gemeinſchaftlichen Grund in der ungleichen Erwärmung *) der nördlichen und ſüdlichen Halbkugel haben.

Noch giebt es ein Metall, den Kobalt, das ohne Beimiſchung des Eiſens, nach Herrn Kohls **) Entdeckung, eines ſtarken Magnetismus fähig iſt. Merkwürdig iſt es, daſs er, nach Briſſon, mit dem Stahle im ſpecifiſchen Gewichte übereinſtimmt, (Stahl 7,810, Kobalt 7,811.) In Rückſicht der Cohärenz ſind noch keine Verſuche damit angeſtellt; in der Reihe ***) der Adhärenzen mit dem Queckſilber ſteht er neben dem Eiſen, doch ſo, daſs das Eiſen durch 115 Gran, der Kobalt durch 8 abgeriſſen wird. Dieſe auſserordentlich geringe Adhäſion machte mich zuerſt darauf aufmerkſam, ob nicht auch hier, wie bei dem Stahle, durch die Verbindung mit Kohlenſtoff die Adhäſion geſchwächt werde. Ich löſte deswegen etwas von einem ſehr reinen Kobaltkönige in Salpeterſäure auf; die angegriffene, vorher polirte Seite war ſchwarz gefleckt worden, auch fand ich

p. 239. Humboldt *über die unterirdiſchen Gasarten*, S. 89. *A.*

*) Den Beweis ſiehe in Prevoſt's *Unterſuchungen über die Würme*, Halle 1798, S. 104. *A.*

**) Crell's *Neueſte Entdeck.*, Th. VII, S. 39. *A.*

***) Guyton Morveau's *Grundſätze der Wahlanziehung*, Berlin 1794, S. 9. *A.*

in der Säure einen feinen unauflöslichen schwarzen Niederschlag, von dem ich aber zu wenig hatte, um mich mit Gewifsheit zu überzeugen, ob es Kohlenstoff sey. Sollte dies nicht etwa zufällig, sondern allen Kobaltkönige gemein seyn, so würde dadurch die Entstehung des Magnetismus im Kobalt, wie im Eisen, gleiche Ursache haben. Eben so einfach schliefst sich der Magnetismus kohlenstoffhaltiger Substanzen, des Diamanten u. s. w., wovon wir ausgingen, hieran; sie sind, wie der Eisen-Magnetismus, Folge der verschiedenen Oxydirbarkeit des Kohlenstoffs, und seiner Eigenschaft, mit der gröfsern Menge Sauerstoff, die er gebunden, immer mehr Anziehung gegen denselben zu bekommen. Für die Theorie des Magneten ist, wenn diese Beobachtungen nicht Berichtigung, sondern Bestätigung erhalten sollten, weiter nichts geleistet, als dafs sich das Chemisch-Auszeichnende des Magneten, das Chemisch-Veränderte beim Magnetisiren aufgesucht habe; eine Arbeit, die zwar zur Vollständigkeit nothwendig, aber für den übrigen Theil der Theorie, Ableitung der Gesetze aus der allgemeinen Dynamik, ganz ohne Anwendung ist.

Zu erklären, wie dieses Einzelne, Verschiedene, welches wir Magnet nennen, entstand, war nie mein Zweck; mechanisch oder organisch, wie man es versuchen mag, unvermerkt geht man einen Zirkel, indem man das Mannigfaltige, welches abgeleitet werden soll, dazu schon voraus setzen mufs.

Zuſatz. Verſuche über den Einfluſs der Eiſenmagneten auf Galvaniſche Erſcheinungen.

Das Urtheil des Herrn v. Humboldt, (über die gereitzte Muskel- und Nervenfaſer, II, S. 189,) daſs es wohl unendlich ſchwer ſeyn möchte, über den S. 60 angeführten Ritterſchen Verſuch beſtimmte Gegenverſuche anzuſtellen, hielt mich lange von dieſen Unterſuchungen ab. Die groſse und aushaltende Reizbarkeit der Fröſche in dieſer Jahrszeit machte mir endlich Hoffnung; ich wagte es, und muſs geſtehen, ſelten ſo beſtimmte Erfolge in dieſer Klaſſe von Verſuchen erhalten zu haben.

1. Als in einer Kette aus zwei Eiſenſtücken weder Eiſen noch Stahl aller Art mehr Zuckungen hervorbringen wollte, brauchte ich ſtatt des einen Eiſenſtücks einen Magneten; ſogleich erfolgte Zuckung. Jene Stücke wieder an die Stelle des Magneten hinein gebracht, erregten keine Zuckung mehr.

2. Ich lieſs die Kette aus Stahl und Eiſen, oder Eiſen und Eiſen, geſchloſſen. Wenn ich eins der beiden Stücke durch Stahl oder Eiſen mit dem Muskel verband, entſtand keine Zuckung; wurde die Verbindung mit einem Magneten gemacht, ſo war die Zuckung ſehr ſtark. Beide Verſuche beweiſen hinlänglich, daſs der magnetiſche Stahl in der Galvaniſchen Kette anders wirkt als Stahl oder Eiſen; ſie beſtätigen den Ritterſchen Verſuch.

3. Als die Reizbarkeit eines Froſchſchenkels ſo weit herabgeſtimmt war, daſs Ketten aus Zink und Eiſen, oder Zink und Stahl, keine Zuckung mehr erregten, ſetzte ich einen Magneten an die Stelle des Eiſens, und es entſtanden keine Zuckungen. Es folgt daraus, daſs die Heterogeneität des Magneten nur in Rückſicht der Körper, die ſelbſt der Polarität fähig ſind, ſtatt findet.

4. Ich armirte einen Magneten mit einem dünnen Stücke weiches Eiſen. Der Schenkel zuckte nicht mehr durch jenes Eiſen; ich verband jetzt das Eiſen der Kette mit dem Muskel durch jene Eiſen-Armatur, und es erfolgte keine Zuckung. Jener armirte Magnet allein in die Kette gebracht, erregte Contraction. Wegen der dünnen Eiſen-Armatur waren hier gleicharmige Pole in der Kette.

5. Zwei gleich ſtarke Magneten wurden zwiſchen Muskel und Nerve gebracht; legte ich ihre ungleichnamigen Pole zuſammen, ſo erfolgte keine Zuckung; die gleichnamigen zuſammen gebracht, ſah man Zuckung. Hier war in der Kette ebenfalls alle Heterogeneität durch gegenſeitige Bindung aufgehoben.

6. Wenn ich in der Kette des erſten Verſuchs den an den Muskel ſtoſsenden Magnetpol durch den ungleichnamigen eines andern ſeiner Kraft beraubte, konnte ich doch keinen Unterſchied in Abſicht der Stärke der Zuckungen wahrnehmen. Aus dieſem 3, 4, 5 und 6 Verſuche folgt, daſs die Heterogeneität der Metalle, die Muskel und Nerven berührten, hier nicht weſentlich, hingegen die Heterogeneität in den ſich berührenden Metallſtücken nothwendig war.

Ein Reſultat, welches dem thieriſchen Magnetismus, (thieriſcher Magnetismus in der wahren, nicht in der Mesmeriſchen Bedeutung,) eben nicht günſtig zu ſeyn ſcheint.

7. Ob bloſs der dauernde, oder auch der mitgetheilte Magnetismus wirke, habe ich nicht beſtimmt ausmachen können; eben ſo wenig, ob die auſserordentliche Wirkſamkeit des Stahls in Galvaniſchen, beſonders in Eiſenketten, bloſs von ſeiner Miſchung oder auch von einem geringen Grade Magnetismus herkomme, habe ich nicht beſtimmen können.

VI.

VERSUCHE,

mittelſt des Diamanten das geſchmeidige Eiſen in Gußſtahl zu verwandeln,

von

GUYTON. *)

(Eine Fortſetzung des Aufſatzes A. d. Ph., II, 397.)

Um meine Theorie, daſs der Diamant reiner Kohlenſtoff, Reiſsblei deſſen Oxyde des erſten, Holzkohle des zweiten Grades, und Kohlenſäure das Produkt der vollkommnen Oxydirung des Diamanten ſey, von einer neuen Seite zu prüfen, wünſchte Clouet, **) der die Verſuche über das Ver-

*) *Annales de Chimie*, t. 31, p. 328 — 336.

**) Der Gedanke Clouet's, die Verbindung zwiſchen dem Diamanten und dem Eiſen zu verſuchen, iſt nicht neu. Malliard fand den Diamanten in der Berührung mit Eiſen angefreſſen und in eine Art von Schlacken gefloſſen. Herr Lampadius, (Sammlung prakt.-chem. Abhandl., II, S. 6,) vermuthet, es ſey eine Verbindung von Eiſen und Kohlenſtoff geweſen, und ermuntert zu fernern Verſuchen. Wenn nur Deutſchland ein National-Inſtitut hätte! Doch, dazu gehört National-Geiſt!

A.

brennen des Diamanten mit mir angeſtellt hatte, daſs wir geſchmeidiges Eiſen durch Cementation mit Diamanten in Stahl zu verwandeln ſuchen möchten.

Man hat es bisher als ausgemacht angenommen, daſs das Eiſen nicht anders flüſſig wird, als wenn es in den Zuſtand des Stahls oder des Gufseiſens übergeht. Aber in welchem Zuſtande geht der Kohlenſtoff mit in die Miſchung ein? Da der, den Säuren daraus abſcheiden, ſich in dem glänzenden Schwarz und der Unverbrennlichkeit zeigt, welche die weſentlichen Kennzeichen des Reiſsbleies ausmachen; ſo glaubt man, daſs es in Form dieſes Oxydes des erſten Grades, (als *oxydule*,) geſchehe, und daſs mithin die Kohle, deren man ſich beim Cementiren des Stahls bedient, ſich zuvor bis auf einen gewiſſen Punkt entoxydire. *) In der That hat das Kohlenpulver nach dieſer Operation ein glänzenderes Anſehen, und iſt eben ſo ſchwer zu Aſche zu brennen, als Kohlen, die in einem verſchloſſenen Gefäſse entbrannt ſind, (*débrûlé*,) welches dieſe Meinung zu beſtätigen ſcheint.

Iſt ſie richtig, ſo muſs ſich aus der Kohle beim Cementiren des Stahls Sauerſtoffgas entwickeln.

*) Es ſchien, als dürfte das nur bis auf einen gewiſſen Grad geſchehn, da, nach Duhamel's Erfahrungen, Kohlenpulver, das einmahl zum Cementiren des Stahls gedient hatte, dazu nicht mehr recht brauchbar war, wegen der Langſamkeit, womit dann der Prozeſs vor ſich ging. *d. H.*

Ich that in eine Retorte aus Porzellän, die bei einer frühern Operation ſich mit einer Glashülle umzogen hatte, und folglich keine Luft durchlieſs, einige kleine Eiſenſtücke, umſchüttete ſie von allen Seiten mit recht trockner, klein geſtoſsner Büchenkohle, und brachte die durch eine Entbindungsröhre mit dem Queckſilber-Apparate verbundne Retorte in einen Reverberir-Ofen. Ich erhielt eine beträchtliche Menge von Luft, und zwar von einer Miſchung aus kohlenhaltigem Waſſerſtoffgas und kohlenſaurem Gas; letzteres betrug im Anfange 0,11, in der Mitte der Operation 0,13, und gegen das Ende 0,15 des ganzen Volumens. Da indeſs nach einer Feuerung von viertehalb Stunden die Verwandlung in Stahl noch nicht weit vorgerückt war, ſo ſetzte ich die Retorte in eine Eſſe mit 3 Gebläſen. Nun entwickelte ſich zwar ſehr viel weniger Luft, ganz von derſelben Beſchaffenheit wie zuvor, (das kohlenſaure Gas machte anfangs 0,07, zuletzt 0,12 des Ganzen aus,) das Eiſen wurde aber dabei völlig in Stahl verwandelt; die einzelnen Stücke hatten ſich ſogar in einem Anfange von Schmelzung mit einander vereinigt.

Es iſt zwar nicht unwahrſcheinlich, daſs das kohlenſaure Gas ſich zum Theil aus der unveränderten Holzkohle und aus der entoxydirten, welche in den Stahl mit eingeht, gebildet habe; allein bei der beſtändigen Gegenwart des Waſſerſtoffgas läſst ſich aus dieſem Verſuche nichts anderes mit Sicherheit ſchlieſsen, als daſs es äuſserſt ſchwierig iſt,

die Kohle von aller Feuchtigkeit, die ſie in ſich ſchlieſst, gänzlich zu befreien. *)

Der von Clouet in Vorſchlag gebrachte Verſuch ſchien mir dadurch noch um ſo intereſſanter zu werden, und ſchon des Verluſts einer der ſchlechtern Diamanten der *école polytechnique* werth zu ſeyn. Clouet lieſs einen kleinen Tiegel von geſchmeidigem Eiſen, (ausgeſuchten Nägelköpfen,) ſchmieden, der mit einem genau paſſenden Stöpſel aus demſelben Eiſen zu verſchlieſsen war, und wir beſtimmten den 25ſten Thermidor im J. 7 zum Verſuche in der *école polytechnique*.

Ein Diamant, 907 Milligrammen ſchwer, wurde in den kleinen eiſernen Tiegel gethan, und mit ſo viel Eiſenfeil vom Tiegel umſchüttet, daſs der Stöpſel genau darauf paſste. Um ſo wenig Luft als möglich darin zu behalten, wurde der Stöpſel mit

*) Dieſer Verſuch widerſpricht, wie man ſieht, der Meinung mancher Chemiſten, die daraus, daſs beim Abbrennen des kohlenhaltigen Waſſerſtoffgas mit wenigem Sauerſtoffgas ſich der Kohlenſtoff niederſchlägt, ſchlieſsen, der Sauerſtoff habe eine ſtärkere Verwandſchaft zum Waſſerſtoffe als zum Kohlenſtoffe. Bei meinem Verſuche war die Temperatur ohne Zweifel hoch genug, um durch Vereinigung des Waſſerſtoffs und Sauerſtoffs Waſſer zu erzeugen, und es war nichts vorhanden, welches hier eine beſondere Verwandtſchaft des Sauerſtoffs zum Kohlenſtoffe hätte veranlaſſen können. *Guyt.*

Gewalt hinein getrieben und dann abgeſchnitten. Stöpſel und Tiegel wogen zuſammen 55,8 Gran, die Eiſenfeil 2 Gran; folglich alles den Diamanten umgebende Eiſen 57,8 Grammes. Darauf ſetzte man den Tiegel ganz allein, ohne alle Umgebung, in einen ſehr kleinen heſſiſchen Tiegel, und dieſen, mit reinem, eiſenfreien Kieſelſand umſchüttet, in einen zweiten, auf den der Deckel mit geſchlemmtem Thon und klein geſtoſsner Schmelztiegelmaſſe, feſt gekütet wurde. Dieſen ganzen Apparat brachte man in die Eſſe mit den drei Gebläſen.

Als alles erkaltet war, fand man im innern heſſiſchen Tiegel das kleine eiſerne Tiegelchen, den Stöpſel und die Eiſenfeil, zu einer einzigen abgerundeten und gut begrenzten Maſſe Guſsſtahl, die 55,5 Grammen wog, bis auf einige einzeln daneben liegende Stahlkügelchen, 0,884 Gr. ſchwer, zuſammen geſchmolzen. Vor der Schmelzung hatten Eiſen und Diamant zuſammen 58,707 Grammen gewogen; giebt einen Verluſt von 2,423 Grammen an Eiſen, welche ſich mit dem heſſiſchen Tiegel vereinigt, und ihm das Anſehn des Reiſsbleies gegeben hatten.

Da der Stahl vollkommen geſchmolzen war, ſo daſs ſich an der Oberfläche deſſelben der Anfang der ſchönſten Kryſtalliſation zeigte, ſo läſst es ſich, bei der groſsen Verſchiedenheit des ſpecifiſchen Gewichts beider Stoffe, nicht denken, daſs ſich irgend ein Theilchen Diamant im Innern des Stoffs unverändert erhalten habe, ohne ſich mit dem Eiſen che-

miſch zu verbinden. *) Der Diamant war alſo vermöge der Verwandtſchaft verſchwunden, die er in der ausnehmend erhöhten Temperatur, zu der er hier gelangte, zum Eiſen hat, gerade ſo wie ein Metall in ſeiner Legirung verſchwindet; und dabei hatte der Diamant denſelben Grundſtoff hergegeben, der ſich in der Holzkohle findet, weil das Produkt ſeiner chemiſchen Vereinigung mit dem geſchmeidigen Eiſen dieſelben Eigenſchaften, als die Vereinigung des Grundſtoffs der Holzkohle mit dieſem Eiſen zeigte.

Daſs übrigens das Eiſen ſich wirklich in Stahl verwandelt hatte, daran läſst ſich nicht zweifeln. Denn als man die geſchmolzne Maſſe an einer Stelle auf einer Steinſchleifmühle ſchliff, und einen Tropfen ſchwacher Salpeterſäure darauf brachte, entſtand auf der Stelle ein dunkelgrauer Fleck, vollkommen dem ähnlich, der ſich auf dem engliſchen Gufsſtahle, und auf dem Gufsſtahle nach Clouet's Methode verfertigt, zeigt. Bei dieſer, ſchon längſt von Rinmann angegebnen Probe wird der Fleck im Gufsſtahle, ob er gleich ſehr merkbar iſt, doch minder dunkel als in cementirtem Stahl,

*) Da mehrere neugierig waren, das Innere der Stahlmaſſe zu ſehn, ſo wurde er auf einem Amboſse zerſchlagen. Erſt nach mehrern Schlägen eines ſehr ſchweren Hammers zerſprang er in zwei Stücke vom ſchönſten Korne und von einem völlig gleichförmigen Bruche. *Goyt.*

Vielleicht, dafs dieſes von dem verſchiednen Grade der Oxydirung des in ihnen befindlichen Kohlenſtoffs herrührt.

Zuſatz des Herausgebers.

Guyton's Theorie iſt auch für die Natur des *Eiſens* und *Stahls*, (und dadurch mittelbar für die Lehre *vom Magneten*,*)) von vielem Intereſſe, und ſcheint über mehrere noch nicht ganz genügend erklärte Umſtände in der Bearbeitung des Eiſens, durch die verſchiednen Grade der Säuerung des Kohlenſtoffs, der dem Eiſen im Stahle und Gufseiſen beigemiſcht iſt, neues Licht zu verbreiten. Hier ein paar Umſtände dieſer Art.

Ein unterrichteter Reiſender erzählte Herrn Nicholſon,**) dafs man in Ungarn aus allen Arten von Eiſen, die aus ihren Minern mit Holzkohlen, und nicht mit Coak's ausgeſchmolzen ſind, ſehr guten Steiermärker Stahl bereite. Das ganze Geheimniſs des Prozeſſes beruhe auf der Regierung des Gebläſes oder des Raffinir-Ofens. Wird das Metall, während es im Fluſſe iſt, umgerührt, ſo erhält man Stabeiſen; zieht man aber blofs die Schlacke ab,

*) Wie z. B. vorſtehender Aufſatz eines ſchätzbaren Mitarbeiters d. A. d. Ph. beweiſen mag, dem dieſer Verſuch Guyton's noch nicht bekannt ſeyn konnte. *d. H.*

**) *Journ. of nat. phil.*, I, 328.

ſo wie ſie auffteigt, läſst es eine geraume Zeit im Fluſſe, und bringt es dann unter den Hammer, ſo zeigt es ſich als Stahl. Mit Coak's ausgeſchmolzenes Eiſen ſoll, nach der Verſicherung dieſes Reiſenden, im Cementiren nie Stahl, ſondern nur eine Schlacke geben.

Nach Gazeran's Bemerkungen über das Ausſchmelzen der Eiſenminern mit verkohlten Steinkohlen oder ſogenannten Coak's *) braucht man zu einer gleichen Quantität von Stabeiſen viel mehr von Guſseiſen, das mit Coak's, als von Guſseiſen, das mit Holzkohlen aus Eiſenminern von derſelben Art ausgeſchmolzen iſt. Erſteres ſoll nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{5}{9}$, letzteres $\frac{2}{3}$ bis $\frac{5}{7}$ ſo viel Stabeiſen geben, als man dazu an Guſseiſen brauchte. Gazeran ſchrieb das auf den groſsen Gehalt der Steinkohlen und der daraus erhaltenen Coak's an Erde, die mehrentheils Thonerde zu ſeyn pflegt, welcher ſowohl bei engliſchen, als bei franzöſiſchen aus derſelben Grube, ſo verſchieden ſeyn ſoll, daſs er bald 1, bald 18 bis 20 Theile auf 100 beträgt, indeſs die Holzkohle höchſtens $\frac{1}{100}$ an fremdartigen Stoffen beigemiſcht iſt. Dadurch erhält man theils bei gleichem Gewichte von Holzkohle und Coak's ſehr veränderliche Mengen von Kohlenſtoff, theils kommt bei den letztern in den Guſs Thonerde in ſehr verſchiedner Menge mit hinein; und das, (eben ſo ſehr auch die verſchiednen Grade der Oxydirung des Kohlenſtoffs

*) *Annales de Chimie*, t. 31, p. 115.

in ihnen, die Gazeran noch nicht kannte,) sind Gründe genug, die aufserordentliche Verschiedenheit zu erklären, die man unter einerlei Umständen bei Holzkohlen und bei Coak's, und im letztern Falle wiederum nach Verschiedenheit der Coak's, in dem erhaltnen Gufseifen wahrnimmt. 14000 Kilogrammen Glaskopf und 2000 Kilogr. Zuschlag wurden einmahl mit 8250 Kil. Coak's von verschiedner Güte und Gewicht unter einander, das zweite Mahl mit 6250 bis 6500 Kil. ausgesuchten leichten Coak's von der besten Beschaffenheit, die nur $1\frac{1}{2}$ bis 2 Prozent Erde enthielten, in einem Hohofen in 24 Stunden geschmolzen. Das erste Mahl erhielt man 2350 Kilogr. eines weifslichen Gufseifens, von 588 bis 600 Kilogr. Zusammenhalt, *) wovon man zu 500 Kilogr. raffinirtem Eisen 950 bis 1000 Kilogr. verbrauchte. Das zweite Mahl bekam man dagegen 2900 bis 3000 Kilogr. graues Gufseisen, welches Reifsblei in Ueberfluss enthielt, einen Zusammenhalt von 750 bis 900 Kilogr. hatte, bei höchster Gluth des Reverberir-Ofens noch einmahl geschmolzen, an Zusammenhalt noch um $\frac{1}{5}$ zunahm, (eine Kanone daraus, die eine Kugel von 1 Kilogr. schofs, platzte erst beim sechsten Schusse, ob sie gleich mit 4 Kugeln und Lehm und Stroh dazwischen war geladen worden,) und wovon schon 800 bis 850 Kilogr. 500 Kilogr. Stabeisen gaben. Gazeran schliefst hieraus mit

*) *Annales de Chimie*, t. 7.

Recht, dafs man vor jedesmahligem Ausſchmelzen nicht blofs die Beſchaffenheit der Eiſenminern, ſondern noch mehr die der Coak's unterſuchen, und nur ſolche nehmen ſollte, die keinen Schwefelkies enthalten, und höchſtens 1 bis 3 Prozent Aſche beim Verbrennen als Rückſtand laſſen. Die guten, im Hohofen brauchbaren Coak's ſind, nach ihm, pörös und leicht, und 16 Theile derſelben müſſen 100 Theile ſalpeterſaures Kali im Verpuffen zerſetzen. Auch mufs man nicht alle Steinkohlen auf einerlei Art verkohlen: die, welche nichts als Bitumen enthalten, auf eine ähnliche Art wie das Holz; die mit Schwefelkies gemiſchten einzeln und in freier Luft entſchwefeln.

Noch füge ich hier ein Paar Gedanken Nicholſon's bei.*) „Es iſt noch nicht ausgemacht, ob reines Eiſen blofs mit Kohlenſtoff verbunden den beſten Stahl giebt, oder ob dazu nicht vielleicht noch ein anderer Stoff, als: Phosphor, Talkerde u. dergl., mit in die Verbindung eingehn müſſe. **)

*) *Journal of nat. philoſ.*, II, 105.

**) Nach Vauquelin's intereſſanter Analyſe von vier Stücken eines ſehr guten cementirten Stahls aus der Stahlraffinerie zu Groſs-Remmelsdorf in Lothringen, welche mit Coak's betrieben wird, enthielt dieſer Stahl, (*Journal des Mines*, No. 25, 1,) im Durchſchnitte an *Reifsblei*, das, (vielleicht nur zufällig,) mit Kieſelerde vermiſcht war, 0,014 Theile, und an phosphorſaurem Eiſen 0,052 Theile. Von Talkerde fand ſich keine Spur. Das Reifsblei

iſt das Erſtere der Fall, ſo giebt es zum Stahlmachen kein beſſeres Eiſen als das allerreinſte, und kein beſſeres Cement als den unvermiſchten Kohlenſtoff; *) im letztern Falle würde die Güte des Stahls noch von den andern Beſtandtheilen des Stabeiſens und des Cements abhängen. Das *graue Roh-* oder *Guſseiſen* läſst ſich für eine bei einer ſehr hohen Temperatur geſättigte Auflöſung von Reiſsblei in Eiſen nehmen. Erkaltet es ſchnell, ſo ſcheint ſich das Reiſsblei in der ganzen Maſſe durch eine ſchleunige Kryſtalliſation abzuſcheiden; daher man es dann in ſolcher Menge auf dem Bruche oder auf einer Eiſenſtange ſieht, die man in das geſchmolzene Roheiſen taucht, und die herausgezogen ganz mit Reiſsblei überzogen iſt. Wird dieſes Eiſen in eine kalte metallene Form gegoſſen; oder läuft es beim Gieſsen weit durch Sand; oder wird

beſtand zu 0,53 aus Kohlenſtoff, 0,26 aus Eiſen und 0,21 aus Kieſelerde; das phosphorſaure Eiſen zu 0,58 aus Eiſenkalk und 0,42 aus Phosphorſäure, welche ſelbſt zu 0,39 aus Phosphor und 0,61 aus Sauerſtoff zuſammengeſetzt iſt. Mithin waren die Beſtandtheile dieſes Stahls im Durchſchnitte 0,0074 Theile Kohlenſtoff, 0,0087 Th. Phosphor, 0,0029 Th. Kieſelerde, etwa 0,025 Th. Sauerſtoff und 0,956 Th. Eiſen. *d. H.*

*) Hierauf ſcheint zwar Guyton's Verſuch zu deuten, da er mit dem ganz reinen, völlig desoxydirten Kohlenſtoffe, (dem Diamanten,) als Cement, einen dem Anſehn nach vortrefflichen Stahl er-

es, wenn es weiſs glüht, in Waſſer abgelöſcht: ſo nimmt es eine auſserordentliche Härte an, welche die der gewöhnlichen ſtählernen Werkzeuge übertrifft; dabei iſt es ſehr weiſs und von dichterem Bruche. Dieſe Härte beruht auf Umſtänden in der Aggregation deſſelben, die zu erklären uns alle Data fehlen; *) die weiſse Farbe ſcheint aber daher zu rühren, daſs Eiſen und Reiſsblei darin eben ſo innig als in der Weiſsglühehitze vereinigt ſind. Sehr wahrſcheinlich findet etwas Aehnliches auch beim Härten des Stahls ſtatt, nur daſs dieſer weniger Kohlenſtoff in ſeiner Miſchung enthält. Daſs übrigens der Stahl im Feuer ſehr leicht wieder in Eiſen ausartet, iſt den Stahlarbeitern nur zu wohl bekannt."

hielt; allein da er dieſen nicht weiter nach Härte, Zuſammenhalt und andern Eigenſchaften geprüft hat, ſo läſst ſich darüber wohl nichts im Allgemeinen beſtimmen. *d. H.*

*) Sollte ſie nicht auch auf der innigern Miſchung des abgelöſchten oder plötzlich erkalteten Guſseiſens mit dem Reiſsblei beruhen, woraus Nicholſon die weiſse Farbe deſſelben erklärt? *d. H.*

VI.

VERSUCHE

über die chemiſche Zerlegung des Luftkreiſes,

von

ALEX. VON HUMBOLDT.

1. *Beſchreibung eines Kohlenſäuremeſſers, (Anthracometer.)*

Dieſes Inſtrument beſteht aus einer 3 bis 5 Linien weiten, etwa 12 Zoll langen, ſehr ſtarken Glasröhre, die ſich unten in eine Kugel von 1,2 bis 1,3 Zoll Durchmeſſer endigt. Die untern 3 Zoll der Röhre werden an der Lampe ſo umgebogen, daſs die Kugel nicht über 6,3 Zoll weit von der Röhre abſteht, um in ein enges Glas mit Waſſer getaucht werden zu können. Die Röhre *ab*, (Fig. 7,) muſs in ihrer ganzen Länge gleich weit ſeyn. Erweiterungen in *c* und *d* ſind für den Gebrauch gleichgültig, nur muſs zur Erſparung der Reagentien die ganze Capacität des Inſtruments nicht über 2 bis 2,5 Kubikzoll betragen. Bei *e* iſt die Röhre ſo zerſchnitten, daſs der obere Theil 7 Zoll Länge behält, und durch Metallcylinder ſo verbunden, daſs keine Flüſſigkeit durchdringen kann. Das obere Ende der Röhre iſt in einen, etwa 6 Linien hohen, metallenen Cylinder

gekittet, der von aufsen etwa 9 sehr enge Schraubengänge hat und an der Mündung kegelförmig ausgedreht ist. In diese Mündung passt ein konisches Muschelventil von 1 bis 2 Linien Dicke. Ein zweiter Cylinder von Metall, *h*, der bei 5 Linien Höhe oben durch eine Platte verschlossen und inwendig als Schraubenmutter ausgehöhlt ist, passt als Deckel auf die Röhre. Um den Druck zu vermehren, ist die Platte *kl* in der Mitte durchbohrt, und eine zweite Schraube *m* presst das Ventil auf die Mündung der Röhre. — Der Gebrauch dieses Instruments ist sehr einfach. Man fülle es mit flüssigem ätzenden Ammoniak; dann giesse man aus *ae* so viel heraus, als man Luft untersuchen will, und trage die Länge der Luftsäule *ab* mit dem Zirkel auf einen Maasstab; ist aber *ae* selbst eingetheilt, so merke man sich die Zahl der Grade. Man schliesse das Ventil und lasse die Luft in die Kugel gehen. Hier befindet sie sich wegen der grosen berührenden Fläche in einer vortheilhaften Lage, um ihre Kohlensäure an das Ammoniak abzutreten. Dadurch, sinkt das Ammoniak in der engen Röhre *ae*. Man öffnet das Ventil und füllt die Röhre ganz, so bald das Sinken aufhört. Man lässt die Luftsäule aus der Kugel wieder in die Röhre. Da sie comprimirt ist, schraubt man sie unter Wasser bei *e* ab, und senkt das obere Stück so weit unter, bis die Flüssigkeit von innen und aufsen gleich hoch steht. Der Rest von der erstern Menge Luft abgezogen, zeigt die Menge der Kohlensäure. Man kann den

Stand des Barometers und Thermometers bei diesem Versuche als beständig annehmen. Kalkwasser ist dem ätzenden Ammoniak noch wegen der grössern Leichtigkeit, es zu bereiten, vorzuziehen; doch wäre es wohl noch zu untersuchen, ob die vom Herrn v. Humboldt entdeckte Eigenschaft der Erden, Sauerstoff zu binden, nicht hierbei einen schädlichen Einfluss haben könnte. Dass dieses Instrument auch als Sauerstoffgas - Messer gebraucht werden könne, bedarf keiner Erinnerung.

2. *Ueber die Kohlensäure, welche im Dunstkreise verbreitet ist, und über die Beschaffenheit des Luftkreises der gemäsigten Zone.*

In ältern physikalischen Schriften nahm man die gewöhnliche Menge derselben sehr gros an, nämlich 0,06.*) Girtanner schätzt sie auf 0,01, überhaupt fehlt es aber an sichern Erfahrungen. Nach zahlreichen Erfahrungen des Herrn v. Humboldt ist die Mittelzahl für die gemäsigte Zone nahe an 0,015. Das Maximum, welches er fand, ist 0,018, (21sten August 1797, 73° Hyg. Sauss., 18°,5 *R.*;) das Minimum 0,005, (den 3ten Sept. bei einem Regen, bewölktem Himmel und 17° *R.*) Herr von Saussüre fand auf dem Gipfel des Mont-Blanc **) noch Kohlensäure, die wahrscheinlich

*) S. Gehler's phys. Wörterbuch, B. 2, S. 396.

**) *Voy. dans les Alpes*, T. 4, § 2010, p. 200.

durch kohlenſtoffhaltige Flechten, (*lichen ſulphureus* und *rupeſtris*,) ſo wie weiter unten durch Chloriterde und Hornblende hervorgebracht wird. In der Luft, die Garnerin*) aus einer Höhe von 650 Toiſen mitbrachte, war eben ſo viel Kohlenſäure, wie damahls zu Paris. — Nach dieſen Erfahrungen ſcheint die Kohlenſäure kein zufälliger, ſondern ein allgemein verbreiteter Beſtandtheil der Atmoſphäre zu ſeyn, vielleicht, daſs wir auch noch Waſſerſtoffgas mit dem Stickgas in derſelben verbunden entdecken. Das Regenwaſſer zeigte ihm keine Spur Kohlenſäure. Lange wiederhohlte Vergleichung des Anthracometers mit dem Hygrometer haben zwar gezeigt, daſs im Sommer im Ganzen etwas mehr Kohlenſäure in der Atmoſphäre iſt, daſs aber dieſer Unterſchied keinesweges in den hygrometriſchen Verhältniſſen des Luftkreiſes gegründet iſt. Aus dieſen Verſuchen geht ebenfalls hervor, daſs wir die nächſten Urſachen des zunehmenden und abnehmenden Kohlenſäuregehalts noch nicht zu beſtimmen im Stande ſind.

Die Verſuche des Hrn v. Humboldt über die Beſchaffenheit des Luftkreiſes der gemäſsigten Zone, die er mit dem Eudiometer, dem Barometer, Thermometer, Electrometer, Anthracometer, dem Sauſſüriſchen und de Lüc's Hygrometer während 6 Monate, täglich mehrere Mahle angeſtellt, können hier nicht in ihrem Umfange, ſondern nur in ihren Reſul-

*) Siehe den Zuſatz.

Reſultaten mitgetheilt werden. Wer es weiſs, wie wenig Genuſs ſolche Verſuche gewähren, ehe eine genugſame Menge derſelben geſammelt, wie ſorgfältig man ſelbſt alle vorſchnelle Vermuthungen zurückhalten muſs, um nicht bei dieſer Beobachtung etwas zuzugeben, bei jener etwas wegzulaſſen; der wird ſicher der unermüdeten Ausdauer des Herrn von Humboldts ſeine Bewunderung nicht verſagen.

Die wichtigſten Reſultate, welche er aus jenen Verſuchen zieht, zeigen, daſs, wenn bei trübem Wetter die Dünſte ſich auflöſen, die Wolken verſchwinden und ſich des Himmels Gewölbe blau färbt, meiſt die Sauerſtoffmenge des Luftkreiſes zunehme. Sie nimmt dagegen meiſt ab, wenn am blauen heitern Himmel das Cyanometer vom 20° bis 7° übergeht, und wenn Regen- oder Schneewolken ſich bilden. Schlackiges Wetter, beſonders Hagel mit Schnee gemiſcht, kündigt die geringſte Sauerſtoffmenge an. Beim Nebel mit ſtarker negativer Electricität, indem die Waſſerdünſte ſich auflöſen, iſt die Luft ſehr reich an Oxygen. Das Schmelzen des Schnees, bisweilen ſelbſt das Fallen eines groſsflockigen, leicht zergehenden Schnees, verbeſſert den Luftkreis. Eine ähnliche Verbeſſerung wird häufig bei den im Frühjahre gewöhnlichen wohlriechenden Strichregen bemerkt, bei welchen die Electricität häufig aus der poſitiven in die negative übergeht. Die Verminderung bei der Bildung des Regens leitet der Verfaſſer aus einem Verſchlucken deſſelben durch das gebildete Waſſer her, oder

durch die Umhüllung der Dunſtbläschen dur
oxygenreichere Atmoſphären. Das Maximum d
Sauerſtoffgehalts fand der Verf. 0,290 und d
Minimum 0,236; der mittlere Sauerſtoffgehalt w
im November 0,256, im December 0,268, Janu
0,275, Februar 0,272, März 0,269, April 0,27
und in allen ſechs Monaten 0,268. — Die electr
ſche Ladung des Luftkreiſes fand er ſtets poſiti
(S. 174,) negativ war ſie nur auf einzelne Min
ten. Es war mir dies eine willkommene Beſtätigu
deſſen, was ich in meinem Verſuche über die The
rie der electriſchen Erſcheinungen, S. 48, darüb
geäuſsert, habe. Bei ſehr tief ziehenden Wo
ken war die *E* meiſt o. Beim Schneien aber b
merkte der Verf. oft denſelben Wechſel zwiſche
+ und — *E*, welchen Herr Lampadius beim G
witter wahrnahm. Am 5ten Februar war die
bei blauem wolkenfreien Himmel negativ. A
ſtärkſten und am ſchnelleſten aus + in —, wechſe
ſie im Nebel. Hagelwetter iſt anhaltend negativ.

Herr von Buch hatte den ſinnreichen Geda
ken, den Stand des Thermometers im Schatten un
im Lichte zu beobachten. Es iſt merkwürdig, wie a
gleich heitern Tagen bei gleicher Himmelsbläue di
Sonnenkraft ungleich iſt. Ungeachtet nicht ange
zeigt wird, wie Herr von Humboldt dieſe
Gedanken ausgeführt, ſo läſst es ſich doch von ei
nem ſo ſorgfältigen Experimentator erwarten, daſ
er einen Schatten wird gewählt haben, deſſe
Dichtigkeit ſich nach der Sonnenhöhe nicht verän

derte. Am leichteſten wäre wohl dieſer Gedanke auszuführen, wenn man zwei Thermometer neben einander der Sonne ausſetzte, von denen die Kugel des einen weiſs, die Kugel des andern ſchwarz überzogen wäre.

3. *Ueber die Entbindung des Lichts.*

Mit Vergnügen werden die Phyſiker die Reihe dieſer Verſuche, über das Leuchten des faulen Holzes, unter verſchiedenen Umſtänden überſehen, ſowohl wegen der Genauigkeit, als auch wegen der beſtimmten Reſultate. *) Kohlenſaures Gas, durch Phosphor des Sauerſtoffgas beraubt, verlöſcht den phosphoriſchen Schein; einige hineingelaſſene atmoſphäriſche Luft bringt denſelben wieder hervor. In Sauerſtoffgas leuchtet das Holz nicht ſtärker; die Abſorbtion iſt nicht ſtark, aber bald bemerkt man Kohlenſäure darin. Im reinen Stickgas, ſo wie im reinen Waſſerſtoffgas, verliſcht das Holz ſchnell; hineingelaſſene atmoſphäriſche Luft ſtellt das Leuchten wieder her. Dieſe Luftarten waren durch Phosphor ge-

*) Nicht ganz vereinbar mit den Verſuchen des Herrn v. Humboldt's iſt ein von Achard in der bis 27½ Zoll geleerten Glocke der Luftpumpe angeſtellter Verſuch, in welcher das Holz noch einige Tage leuchtete. (*Mém. de l'Acad. de Berlin*, p. 1783, S. 99.) Etwas kann man wohl auf die ſauerſtoffreichere Atmoſphäre des Holzes rechnen, doch verdienen dieſe ſowohl, wie die übrigen Verſuche daſelbſt, nicht vergeſſen zu werden. *A.*

reinigt; damit man aber nicht die Schuld dieſes Verlöſchens der verdampften phosphoriſchen Säure geben könne, zeigte H. v. H., daſs das Holz in atmoſphäriſcher Luft, die ſtark damit angeſchwängert war, leuchte. Heiſse Luft und heiſses Waſſer vernichten das Leuchten, (zwiſchen 30 bis 32° Reaum. hört es auf zu leuchten,) im kalten Waſſer leuchtet es lange. In alkaliſcher Auflöſung verſchwindet der Glanz; im Alkohol in 6 Minuten; in allen Säuren 9 bis 12 Minuten nach dem Eintauchen. Herr von Humboldt kann wohl keine concentrirte Schwefelſäure angewendet haben, denn dieſe greift mit auſserordentlicher Schnelligkeit leuchtendes Holz an und färbt es ſchwarz, und die Stelle, worauf man es gieſst, ſenkt ſich ſogleich; es wird dadurch als ein Hydro-Carbone mit groſsem Antheile Waſſerſtoff charakteriſirt. Herr von Humboldt hat bemerkt, daſs das unterirdiſche Grubenholz nie leuchte; er glaubt dies der Abweſenheit des Lichts zuſchreiben zu können, und führt ein Beiſpiel an einem Bolzen an, deſſen oberer Theil nur ſo weit er dem Lichte ausgeſetzt war, leuchtete. Ich geſtehe aber, daſs ich nie Holz, welches fortdauernd dem Lichte ausgeſetzt geweſen war, phosphoreſciren geſehen habe, auch Herr Gärtner, *) ein ſorgfältiger Beobachter dieſer Erſcheinungen, fordert ausdrücklich Abweſenheit des Lichts. Nie

*) Scherer's *Journal der Chemie*, III. Band, S. 5.

An

wird das äuſserlich faule Holz leuchten; gemeiniglich muſs man bei den Hölzern ein Stück wohlerhaltenes Holz von dem leuchtenden abreiſsen, und dieſes, durch das umgebende Holz von dem Sauerſtoffgas der Atmoſphäre geſondert, kann ſo durch Fäulniſs eine Miſchung erhalten, in der es ohne vorangehende Temperatur-Erhöhung verbrennt.

4. Verſuche über das Salpetergas und ſeine Verbindungen mit dem Sauerſtoffe.

Es ſey z der Summe des in der Fontanaſchen Röhre zerſetzten Sauerſtoffgas und Salpetergas gleich; nenne ich daher das vernichtete Salpetergas x und das abſorbirte Sauerſtoffgas y, ſo iſt $z = x + y$. Es ſey m das Volumen des zur Sättigung eines Theils Sauerſtoff nöthigen Salpetergas, ſo verhält ſich $x : y = m : 1$, folglich $x + y : y$ $m + 1 : 1$ und es wird $y = \frac{z}{1+m}$ oder $m = \frac{z}{y} - 1$. Alles kommt hier auf die Beſtimmung von m an, und dieſes iſt bisher von den Phyſikern äuſserſt verſchieden angegeben worden. Von Lavoiſier zwiſchen 1,725 und 1,830, von Prieſtley zu 3,970, von andern bis 4,1.

Herr von Humboldt nahm daher die Arbeit noch einmahl vor, und fing damit an, die Güte des Salpetergas durch ſchwefelſaures Eiſen und oxygenirt ſalzigſaures Gas zu prüfen. In einer ge-

meinſchaftlich mit Vauquelin unternommenen Arbeit zeigte es ſich, daſs die ſchwefelſaure Eiſenauflöſung nach dem Abſorbiren aus ſalpeterſaurem Eiſen und ſchwefelſaurem Ammoniak beſtehe, weswegen ſie hier eine Zerſetzung des Waſſers annahmen. Zu bedauern iſt es freilich, daſs man hier annehmen und nicht voraus beſtimmen kann, und daſs dieſer, wie ſo mancher andere Fall, wo Ammoniak ſich bildet, noch einzeln da ſteht und keinen beſtimmten Verwandtſchaftsgeſetzen unterworfen iſt. Durch dieſe Auflöſung wird alles Salpetergas abſorbirt; doch iſt hierbei zu bemerken, daſs, wenn man die Eiſenauflöſung geſchüttelt hat, 0,02 bis 0,03 wegen des aus der Auflöſung aufgefangenen Gas abzuziehen ſind. — Herr v. Humboldt bemerkte, daſs der Phosphor in manchen Sorten Salpetergas leuchte; er zieht daraus den Schluſs, daſs ſie Sauerſtoff eingemengt enthielten, welches nicht Zeit haben ſich mit dem Salpetergas zu verbinden, (S. 12.) Ich glaube, daſs ſich das einfacher, nicht den Verwandtſchaftsgeſetzen widerſprechend, auf eine ähnliche Art, wie Fourcroy die von Göttling gemachten Beobachtungen erklärt. Es kann ſich hier das in dem Salpetergas enthaltene Stickgas mit dem Phosphor verbinden, durch dieſe doppelte Wahlverwandtſchaft das Salpetergas zerſetzt, und oxydirtes Stickgas und Stickſtoff-Phosphor-Halbſäure erzeugt werden. Herr von Humboldt nahm keine Raumverminderung bei dieſem Leuchten wahr, welches ſich ſehr gut damit reimt, daſs

eine Stickſtoff-Phosphor-Halbſäure, nach ſeinen eignen Beobachtungen in einer andern Abhandlung, (S. 63 bis 81,) ſich gasförmig darſtellt. *) Ob Waſſerſtoffgas dem Salpetergas beigemengt ſey, läſst ſich nicht gut ausmachen. Das Salpetergas läſst ſich ſehr gut von gleicher Güte erhalten, wenn man die Salpeterſäure von gleichem ſpecifiſchen Gewichte, nämlich zu 17 oder 21° des Beaumé'ſchen **) Areometers, (1,132 bis 1,170,) wählt; das Salpetergasgehalt enthält dann gewöhnlich 0,13 bis 0,14 Azote. Aus den Verſuchen, die der Verf.

*) Herr von Humboldt bemerkt in dieſer Abhandlung, daſs einſt eine ſehr waſſerſtoffreiche Luftart aus einer Grube beim Erkalten Eiſen abgeſetzt, ein andermahl, (über die unterirdiſchen Wetter, S. 182,) daſs er beim Abbrennen vom Waſſerſtoffgas Zinkkalk gefunden. Dies führt ihn auf die Vermuthung, ob man nicht eben daher das Eiſen ableiten könne, das aus Feuerkugeln niederfällt. Eine Beobachtung, die den 12ten November dieſes Jahres hier von vielen gemacht wurde, (daſs eine Feuerkugel ſich plötzlich in einen breiten brennenden Feuerſtreifen auflöſte,) ſpricht ſehr für luftartige, vielleicht nur mit einer Kruſte Eiſen umgebene Beſtandtheile, in dieſen Meteoren. *A.*

**) Da ſehr viele franzöſiſche Chemiſten ſich noch immer dieſes Areometers bedienen, ſo glaube ich, daſs es vielen willkommen ſeyn möchte, die Grade des Beaumé'ſchen Areometers auf die zugehörigen ſpecifiſchen Gewichte reduciren zu können. Folgende Tabelle giebt zum Behufe dieſer Reduction

mit Sauerſtoffgas anſtellte, erhielt er, nach nöthiger Reduction, $m = 2{,}82$, welches gar ſehr von dem gewöhnlichen 1,72 abweicht. Er vermiſst indeſſen hier oft die ſchöne Uebereinſtimmung, a

Nicholſon, in ſeinem *Journ. of natur. phil.* I, 39, zufolge einiger von ihm und von Guyton angeſtellten Verſuche.

Bei 10° Reaum. oder 55° Fahr. entſprechen

Grade an Beaumé's Areometer für Salze.	einem ſpecifiſchen Gewichte von	Grade an Beaumé's Areometer für geiſtige Flüſſigkeiten.	einem ſpecifiſchen Gewichte von
0	1,000	10	1,000
3	1,020	11	0,990
6	1,040	12	0,985
9	1,064	13	0,977
12	1,089	14	0,970
15	1,114	15	0,963
18	1,140	16	0,955
21	1,170	17	0,949
24	1,200	18	0,942
27	1,230	19	0,935
30	1,261	20	0,928
33	1,295	21	0,922
36	1,333	22	0,915
39	1,373	23	0,909
42	1,414	24	0,903
45	1,455	26	0,892
48	1,500	28	0,880
51	1,547	30	0,867
54	1,594	32	0,856
57	1,659	34	0,847
60	1,717	36	0,837
63	1,779	38	0,827
66	1,848	40	0,817
69	1,920		
72	2,000		

A.

die er ſonſt bei der atmoſphäriſchen Luft gewöhnt war; er ſah auch, daſs künſtliche Luftgemiſche mit gleichem Antheile Sauerſtoff, ſich ganz anders verhielten, wie atmoſphäriſche Luft. Dies veranlaſste ihn, eine zweite Verſuchsreihe mit atmoſphäriſcher Luft zu machen, wobei m zwiſchen 2,5 und 2,6 ſchwankte. Daraus folgt, daſs 2,55 Salpetergas dazu gehören, um 1,00 *) Sauerſtoffgas zu abſorbiren. Nach dieſem Werthe von m und nach der Formel $y = \frac{z}{1+m}$ iſt die folgende Tabelle berechnet, die ſicher jedem willkommen ſeyn wird, der das Eudiometer braucht.

Abſorbirtes Volumen $= z$.	Sauerſtoff $= y$.	Rückſtand.
109	0,307	91
108	0,304	92
107	0,301	93
106	0,298	94
105	0,295	95
104	0,293	96
103	0,290	97
102	0,287	98
101	0,284	99
100	0,281	100
99	0,278	101
98	0,276	102
97	0,274 **)	103
96	0,270	104
95	0,267	105
94	0,264	106

*) Im Originale ſteht 0,01, ſo wie überhaupt ſehr viele Zahlen und Nahmen, ja, ganze Perioden, verwirrt ſind. A.

**) 0,273. A.

Abſorbirtes Volumen = z.	Sauerſtoff = y.	Rückſtand.
93	0,261	107
92	0,259	108
91	0,256	109
90	0,253	110
89	0,250	111
88	0,247	112
87	0,245	113
86	0,242	114
85	0,239	115
84	0,236	116

Der Leſer empfängt hier den Beſchluſs meines Auszugs der ſchönen Abhandlungen Humboldts über die Zerlegung des Luftkreiſes, die vor einiger Zeit in Braunſchweig erſchienen ſind, zum Theil aber ſchon Auszugsweiſe früher bekannt wurden. Die dahin gehörigen Abhandlungen finden ſich im erſten Bande der Annalen, S. 457 bis 458, ferner S. 501 bis 514; im zweiten Bande, S. 221 bis 224; hier endlich die dem Phyſiker intereſſanteſten Reſultate aus den übrigen Abhandlungen. Jede Wiſſenſchaft hat ihren eignen Standpunkt, von wo aus ſie die Wichtigkeit der Unterſuchung beurtheilt: aber der Einzelne hat auch wiederum ſeinen eignen Standpunkt; ein Auszug für eine beſondere Wiſſenſchaft kann daher weder vollkommen ſeyn, noch vollkommen beurtheilt werden, ungeachtet jeder das Bedürfniſs deſſelben fühlt. *L. A. v. Arnim.*

VII.

NACHTRAG

zu den vorhergehenden Abhandlungen

des

Herrn von Humboldt's.

Ueber einige bisher nicht beachtete Urſachen des Irrthums bei Verſuchen mit dem Eudiometer.

von

L. A. v. Arnim.

Die Luft in Paris, ſo wie die von Garnerin mitgebrachte, enthielt, nach des Herrn von Humboldt's Unterſuchung, 0,008 bis 0,01 kohlenſaures Gas, die erſtere 0,276, die letztere nur 0,259 Sauerſtoffgas. Herr v. Humboldt macht auf dieſen groſsen Unterſchied in Rückſicht des Sauerſtoffgehalts und auf die Menge Kohlenſäure beſonders aufmerkſam; *) aber er vergiſst hier, wenn ich nicht irre, wie alle, die ſich bisher mit eudiometriſchen Unterſuchungen beſchäftigten, einen Umſtand von Wichtigkeit, nämlich die Temperatur-Verſchiedenheit der Luft an dem Orte, wo die Luft eingeſammelt worden, und ihre Expanſions-Verſchiedenheit eben daſelbſt. Ich muſs hier an die

*) A. a. O., S. 256.

Prieurſchen Verſuche, (*Journ. polytechn.* C. II,)*) über die eigenthümliche Ausdehnung der verſchiedenen Gasarten bei gleichen Graden der Wärme, und beſonders an die ausgezeichnet groſse Ausdehnung des Stickgas erinnern. Das Stickgas hat, nach dieſen Verſuchen, in Verhältniſs zu der atmoſphäriſchen Luft, die es mit dem Sauerſtoffgas hauptſächlich zuſammenſetzt, eine gröſsere Ausdehnungsfähigkeit durch die Wärme, als dieſes. Im Eudiometer erhalten wir auf verſchiedenen Wegen Stickgas; das Sauerſtoffgas wird zerſetzt; geſchieht daher die Unterſuchung einer Luftart nicht bei derſelben Temperatur, wo ſie eingeſammelt, ſondern in einer wärmern, ſo werden alle Unterſuchungen zu viel Stickgas in Verhältniſs zum Sauerſtoffgas angeben. Es iſt dieſe Bemerkung in mehrerer Rückſicht von Einfluſs. Zuerſt für die Eudiometrie ſelbſt; nicht etwa bloſs wegen der Garnerinſchen Luftunterſuchung allein, die in der wärmern Pariſer Atmoſphäre vorgenommen wurde, ſondern überhaupt in Rückſicht aller Eudiometer-Verſuche im Winter, die in der warmen Stube angeſtellt werden. Ich weiſs nicht, wie Herr von Humboldt ſeine trefflichen ſalzburger meteorologiſchen Unterſuchungen angeſtellt hat, es ſollte mir aber ſehr leid thun, wenn dieſer Schatz von Beobachtungen dadurch an

*) Prony *architecture hydraulique*, à Paris 1796, T. II, p. 152 — 196.

Richtigkeit verlöre. — Für die Meteorologie überhaupt ist ferner jene Bemerkung von Einfluss, indem, nach derselben, wenn anderweitige Umstände es nicht hinderten, durch erhöhte Temperatur der Atmosphäre ihr Sauerstoffgehalt vermindert erscheinen müfste. Wenn man deswegen die Humboldtschen Beobachtungen durchsieht, so findet man ungefähr eben so viele, wo dies der Fall war, als wo der entgegengesetzte eintrat. Dem Meteorologen bleibt daher die Untersuchung, durch welchen Prozefs in den entgegengesetzten Fällen das Sauerstoffgas vermehrt wurde. — Der Luftdruck kommt bei Eudiometer-Versuchen, insbesondere bei solchen, wie die Humboldtschen über eine Luft, in der das Barometer 4 Zoll niedriger als in Paris stand, und wegen der ungleichen Zusammendrückung der Luftarten durch gleiche drückende Lasten, in Betracht. Zwar haben wir nur Versuche, die diese Verschiedenheit beweisen, ohne Versuche zu haben, die diesen Unterschied bestimmen; so viel ist aber gewifs, dafs, je nachdem das Stickgas, welches im Eudiometer abgeschieden wird, in Verhältnifs zu der atmosphärischen Luft eine gröfsere oder geringere Compressibilität hat, durch den gröfsern Luftdruck zu Paris der Sauerstoffgehalt gröfser oder geringer angegeben wird. — Die Rechnung des Herrn von Humboldt, (S. 163,) nach welcher der mittlere Sauerstoffgehalt der Luft im December viel geringer als im April ist, widerspricht der Meinung einiger Physiker, die den gröfsern Reiz der Win-

terluft auf die Lungen von gröſserm Sauerſtoffgehalte derſelben herleiten. Vielleicht, wenn ich nicht irre, ſo wird der Fehleranſchlag für die Eudiometer im Winter ihre Meinung wenigſtens in dieſer Rückſicht rechtfertigen. Auch dem Aſtronomen kann jene Bemerkung über Hrn. v. Humboldt's Unterſuchung nicht gleichgültig ſeyn, da, nach Hrn. Kramp, (in ſeiner *Analyſe des réfractions aſtronomiques*, Leipz. 99, S. 29,) die beſte Tafel über die Strahlenbrechung von Bradley mit der Annahme einer beſtändigen ſpecifiſchen Elaſticität, wie er ſie nennt, der Luft in jeder Höhe am beſten übereinſtimmt, nach der Analyſe des Herrn von Humboldt's hingegen, dieſe durchaus nicht hätte beſtehen können. Da die Oxyanthrakometrie mit allem Fug einen Platz in der Eudiometrie behauptet, ſo iſt es wohl nicht am unrechten Orte, auf einen Verſuch aufmerkſam zu machen, wodurch die Vermuthung des Hrn. v. Humboldt's, (über die unterirdiſchen Gasarten, S. 169,) daſs es eine überſaure, oder vollkommne Kohlenſäure gebe, geprüft werden könnte. Man wäge nämlich die Menge von Kalkerde, die aus dem Kalkwaſſer durch gleiche Volumina von verſchiednen Sorten Kohlenſäure niedergeſchlagen wird; denn Säuren, die man auf ein gleiches ſpecifiſches Gewicht gebracht, laſſen ſich am beſten durch die Menge des zu ihrer Sättigung nöthigen Stoffs unterſcheiden.

Sollte der Verſuch einen Unterſchied zeigen, ſo wäre das Lichtenbergiſche *) Verzeichniſs der auf Meter oder Meſſer ſich endigenden Namen um einen vermehrt, um einen Kohlenſäure - Güte- Prüfungs - Meſſer. Ein nothwendigeres Werkzeug zur Luftprüfung wäre wohl ein Feuchtigkeitsmeſſer der Luft, da die gewöhnlichen Hygrometer, aus bekannten Gründen, aller von Saufſüre angewendeten Mühe ungeachtet, dies nicht leiſten können. Herrn v. Humboldt's Vorſchlag, die Flaſchen zu erwärmen und dann ſchnell zu erkälten, (über unterirdiſche Gasarten, S. 148,) leiſtet, wenn ich nicht irre, nicht viel mehr, da auch aus der kälteſten Luft durch Entbindung der Gasarten, (z. B. Fluſsſäure, ſalzige Säure,) die des Waſſers zu ihrer Darſtellung in tropfbar - flüſſiger Geſtalt bedürfen, Waſſer abgeſchieden wird. Dieſe Luftarten würde ich aber am tauglichſten zu dieſem Geſchäfte der Waſſerabſcheidung finden; gleiche Volumina der zu prüfenden und der prüfenden Luft in dem mit Queckſilber gefüllten Humboldtſchen Eudiometer vermiſchen; die Vermiſchung bis zu einem beſtimmten Punkte erkälten; und aus der Verminderung des Volumens, nach den dazu nöthigen Erfahrungen, auf den Waſſergehalt ſchlieſsen.

*) Ich glaube immer, daſs ſich Experimental-Phyſik am beſten nach einem ſolchen Verzeichniſſe von Metern entwickeln lieſse. A.

IX.

EINIGE BEMERKUNGEN

über die Atmosphäre der Erde, der Sonne und der übrigen Planeten,

von

DANIEL MELANDERHJELM,
Professor der Astronomie zu Upsala. *)

Zu den interessanten Beobachtungen, womit Herr Oberamtmann und Astronom Schröter in Lilienthal die Sternkunde bereichert hat, gehört auch die Beobachtung der weit entfernten Lichterscheinung, welche er am 28sten Jun. 1795 mit seinem 27füssigen Reflector von 20 Zoll Oeffnung, im Ophinchus, in der Gegend der Sterne ν und ζ der Schlange, zufällig wahrnahm; eine Erscheinung, die seiner Vermuthung nach über tausend Meilen von der Erdfläche entfernt seyn mochte. **)

Da

*) Aus den *königl. Vetenskaps Academiens nya Handlingar*, 1. Quart., Stockh. 1798, von Herrn Adjunct Droysen in Greifswald ins Teutsche übertragen.

**) Eine Beschreibung dieser merkwürdigen Lichterscheinung und Vermuthungen darüber, welche Herr Schröter der Stockholmer Akademie der Wissenschaften übersandt hatte, ist, ins Schwedische übersetzt, in ihren Verhandlungen abgedruckt; und dazu gehören Melanderhjelm's Bemerkungen

Da dieſe Erſcheinung dennoch wahrſcheinlich in der Atmoſphäre unſrer Erde vorging, ſo muſs dieſe eine ungleich gröſsere Höhe haben, als bisher

kungen als ein Anhang. Nach Herrn Schröter's Erzählung, in den Götting. gel. Anzeigen, 1796, Stück 32, muſterte er gerade damahls durch ſeinen Reflector, bei 183mahliger Vergröſserung und einem Geſichtsfelde von 15 Minuten, jene ſternreiche Gegend des Schlangenträgers. Des hellen Mondſcheins ungeachtet war das Feld eine halbe Stunde lang nie von ſehr feinen matten Sternchen leer, die mit ſchwächern Teleſkopen nicht bemerkbar geweſen wären. Während dieſer Beobachtung zog ſich plötzlich um 11 Uhr 15 Minuten ein äuſserſt feines und mattes, einer ſehr entfernten ſogenannten Sternſchnuppe ähnliches Lichtpünktchen, von oben nach unten mitten durch das ganze Feld, ſo daſs es ſich von Südoſt gegen Nordweſt aufwärts bewegte, und durchlief höchſtens in 1 Sekunde Zeit das ganze Geſichtsfeld. Dieſe weit entfernte Lichtmaſſe hatte mit den ſehr feinen Sternchen, die gerade im Fernrohre ſtanden, ein gleich mattes, äuſserſt ſchwaches Licht, und keinen gröſsern Durchmeſſer als dieſe kleinſten unter den teleſkopiſchen Sternchen. Sie ſtrich durch das Geſichtsfeld deutlich, aber ſo fein, und in milchfarbig gräulichem Lichte, als wäre es keine Entzündung in unſrer Atmoſphäre, ſondern eine ätheriſche Lichterſcheinung in einem äuſserſt entfernten Himmelsraume.

Daſs dergleichen Lichterſcheinungen, die nur zufällig mit ſtark bewaffnetem Auge wahrgenom-

angenommen ward, und Herr Schröter ſieht veranlaßt, ſie, ſowohl dieſer Erſcheinung, als a rer angeführter Gründe wegen, für einige ſend Meilen über der Erdoberfläche erhaben halten.

men werden, in Entfernungen, die unſre bi rigen Vorſtellungen weit übertreffen, vor ſich g das war Herrn Schröter, wie er bemerkt, ſc durch die beiden merkwürdigen Lichtſprudel w ſcheinlich geworden, die er durch einen äh chen glücklichen Zufall im Oktober 1789, als eben die Nachtſeite des Mondes betrachtete, 5 Uhr Morgens, mitten vor dem *Mare imbrium*, mit im Felde ſeines lichtſtarken 7füſsigen Reflect plötzlich entſtehn ſah, und die er in ſeinen ſele topographiſchen Fragmenten, S. 592 u. f., ſchreibt. Sie beſtanden aus vielen einzelnen klei Lichtfunken, die jedoch bei 161mahliger Vergrö rung noch eine merkliche Gröſse und ein eben weiſses helles Licht als der erleuchtete Theil Mondes hatten. Sie bewegten ſich insgeſammt n Norden über den dunkeln Theil der Mondſch und dann noch weiter bis an das Feld des Fe rohrs fort, und durchliefen dieſen 5 Minuten g ſſen Raum etwa in 2 Sekunden Zeit. Als der er Lichtſprudel dieſen Weg ungefähr halb zurück legt hatte, entſtand an derſelben Stelle, von w cher er ausgegangen war, nur etwas öſtlicher, zweiter, dem vorigen, noch ſichtbaren, völlig ä licher, Lichtſprudel, von völlig gleichen klein weiſsen Lichtfunken, welche in eben der Ric tung bis an das Ende des Geſichtsfeldes fortzoge Nach 4 Sekunden war die ganze Erſcheinung v

Da die Dämmerung davon herrührt, dafs Sonnenlicht, welches gegen die unendliche Menge kleiner und feiner Theile der Atmofphäre ſtöſst, noch nach Sonnenuntergang durch Brechung auf

bei, ohne dafs ſich weiter die geringſte Spur davon zeigte. Schon damahls ſchloſs Herr Schröter, dafs dieſe Lichterſcheinung in einer Entfernung von der Erdfläche entſtanden ſey, die unſre bisherigen Begriffe von der Extenſion unſrer Erdatmoſphäre weit übertrifft Noch viel mehr bewies das aber die Lichterſcheinung im Schlangenträger, die in dem weit lichthellern 27füſsigen Reflector nicht mehr Licht, als der in Sternchen aufgelöſ'te Schimmer der Milchſtraſse hatte, und auch nicht gröſser ſchien, als ſo ein entferntes Sternchen derſelben.

Wahrſcheinlich, ſagt Herr Schröter, gehören dieſe Lichterſcheinungen zu dem, was man Glanzkugeln oder Sternſchüſſe nennt, nur dafs ſie in unglaublichen Entfernungen vor ſich gehn. Am 12. Nov. 1791 beobachteten Morgens um 6 Uhr 39 Minuten zu gleicher Zeit Lichtenberg in Göttingen und Herr Schröter in Lilienthal eine der gröſsten und helleſten Erſcheinungen ſolcher Art. Erſterm zeigte ſie ſich ſpindelförmig, 6 Bogenminuten breit und 8 bis 9 Grade lang; und dieſem erſchien ſie mit einem ſo ſtarken, blitzähnlichen Lichte, dafs er einen Donner erwartete. Und doch ergab ſich aus einer obenhin angeſtellten Vergleichung der Beobachtungen, dafs ſie, in einer ſenkrechten Höhe von ungefähr 4 geogr. Meilen über der Erdfläche, ſenkrecht über Weſtphalen weggegangen,

die Erde herabkommt, und ihr das Licht, wodurch die Luft erleuchtet wird, mittheilt; dieſes Licht aber immer mehr und mehr geſchwächt wird, je tiefer die Sonne unter den Horizont ſinkt, und ganz aufhört, wenn die Sonne gewiſſe Grade unter demſelben ſteht: ſo hat man darin eine Methode zu finden geglaubt, die Höhe der Atmoſphäre zu meſſen, weil das letzte Sonnenlicht, welches die Dämmerung verurſacht, auf die Grenze der Atmoſphäre fallen müſſe. Könnten dann Beobachtungen beſtimmen, wie tief die Sonne unter dem Horizonte ſteht, wenn die Dämmerung aufhört; ſo wäre es eine leichte trigonometriſche Aufgabe, hieraus zu berechnen, wie hoch die Grenze der Atmoſphäre über der Erdfläche erhaben iſt.

und 12 bis 16 Meilen umher geſehn worden ſey, wiewohl man ſie viel weiter hätte wahrnehmen können.

Dürfte man nun mit einiger Wahrſcheinlichkeit ſchlieſſen, daſs Glanzkugeln in dem Verhältniſſe entfernter wären, in welchem ſie kleiner und matter ausſehn, ſo folgte für die Lichterſcheinung im Ophiuchus, die kaum eine halbe Sekunde betragen mochte und ſo äuſserſt matt war, eine Entfernung von einigen tauſend Meilen. Und dieſe iſt Herr Schröter in ſeiner Abhandlung in der That geneigt ihr beizulegen; beſonders wenn er noch den kleinen Bogen bedenkt, den ſie in einer Zeitſekunde durchlief.

d. H.

Einige Aſtronomen, wie Halley, Keil, Monnier u. A., haben dieſe Methode aus einander geſetzt, und dabei angenommen, alle Dämmerung höre auf, wenn die Sonne 18° unter dem Horizonte ſteht. Dem zu Folge könnte ſich die Höhe der Erd-Atmoſphäre nicht weiter erſtrecken, als daſs ihre Grenze ungefähr 6 ſchwed. Meilen rundum von der Oberfläche der Erde entfernt wäre. Auch müſste das Licht nur durch eine einzige Zurückwerfung von der Grenze der Atmoſphäre in das Auge des Zuſchauers fallen; und da es vielleicht erſt nach mehrern Zurückwerfungen in das Auge gelangt, ſo würde dann die Höhe der Atmoſphäre ſelbſt noch geringer als die angegebene ſeyn. Allein es iſt unmöglich, ein genaues Urtheil über das wahre Ende oder den wahren Anfang der Dämmerung zu fällen, und dies um ſo mehr, da das Sonnenlicht, noch lange, nachdem die Sonne 18° unter den Horizont geſunken iſt, die übrigen Theile der ſehr verdünnten Atmoſphäre erleuchten kann, ohne daſs darum dieſes ſchwache Licht die Oberfläche der Erde zu erreichen und durch die dichter werdende Atmoſphäre hindurch zu dringen brauchte. Da nun die Sonne ungefähr 18 Grade unter dem Horizonte ſeyn muſs, ehe ihre Strahlen auf die Oberfläche der Erde zu fallen aufhören; ſo muſs ihre Tiefe noch viel gröſser ſeyn, und zwar in einem viel gröſsern Verhältniſſe, als die wachſenden Höhen zunehmen, ehe ihre Strahlen aufhören, die höchſten Theile der Atmoſphäre zu treffen.

Die Beobachtungen, die man über den Nordſchein angeſtellt hat, um die Höhe deſſelben aus ſeiner Parallaxe zu beſtimmen, geben alle dem Nordſcheine eine Entfernung von 100 ſchwed. Meilen und darüber von der Erdfläche. Da dieſes Phänomen aber nur in der Erd-Atmoſphäre entſtehen und fortdauern kann, ſo muſs die Höhe der Atmoſphäre wenigſtens jener gleich ſeyn.

Ein anderer und ſicherer Schluſs lieſse ſich über die Höhe unſrer Erd-Atmoſphäre aus dem Verdichtungsgeſetze der Luft herleiten, nach welchem ihre Dichtigkeit in ungleichen Höhen über der Erdfläche in Verhältniſs mit dem Drucke der darüber ſtehenden Atmoſphäre ſteht. Durch vielfältige Verſuche iſt die Richtigkeit dieſes Geſetzes von Newton, Mariotte, Deſaguilier, Bouguer, Cotes u. A. beſtätigt worden. *) Zwar nimmt Thom. Simpſon ein, in etwas von dem angeführten abweichendes, Geſetz der Verdichtung der Atmoſphäre in ſeiner Unterſuchung zur Beſtimmung der Strahlenbrechung an; aber auſserdem, daſs das vorhergehende Geſetz durch vielfältige Erfahrungen ſo gut als beſtätigt iſt, wird auch der Unterſchied zwiſchen dieſem Geſetze und dem Simpſon's ſo geringe, daſs die Folgerungen aus beiden für die gegenwärtige Unterſuchung als überein-

*) Doch aber nur höchſtens bis zu einer achtfachen Verdünnung, und nicht weiter. *d. H.*

ſtimmend anzuſehen ſind. Nimmt man das vorige Geſetz, und mit ihm zugleich an, daſs die Central-Kraft der Theile der Atmoſphäre gegen den Mittelpunkt der Erde unveränderlich ſey, (welches man wohl annehmen kann, da die Entfernungen von der Oberfläche der Erde nicht groſs ſind;) ſo findet man, wie ich in einer Unterſuchung an einem andern Orte gezeigt habe: daſs, wenn man zu den ungleichen Höhen der Luftſchichten über der ſphäriſchen Oberfläche der Erde als Abſciſſen, die verhältniſsmäſsige Dichtigkeit jeder Schicht als ſenkrechte Ordinaten aufträgt, die dadurch beſtimmte Curve logarithmiſch iſt. — Bouguer nahm in ſeiner Optik gleichfalls ein ſolches Centripetal-Geſetz an, und fand umgekehrt, daſs, wenn er annahm, die Dichtigkeiten der Atmoſphäre wären den Ordinaten der logarithmiſchen Curve proportional, die durch Verſuche beſtimmten Dichtigkeiten damit übereinſtimmten.

Hierbei iſt aber zu bemerken, daſs dieſe Verſuche nur in ſolchen Entfernungen von der Oberfläche der Erde gemacht werden können, deren Unterſchied, in Rückſicht auf die Entfernung vom Mittelpunkte der Erde, ſo geringe iſt, daſs er für die Verſuche ſelbſt unmerklich wird. Iſt dagegen die Frage von der Abnahme der Dichtigkeiten der Luft dem Geſetze der Schwere in groſsen und zunehmenden Entfernungen von der Oberfläche der Erde gemäſs; ſo wird der Unterſchied zwiſchen die-

ſen Dichtigkeiten und denen, welche dem in der Natur wirklich herrſchenden Geſetze der Schwere gemäſs berechnet ſind, ſehr merklich. Deswegen habe ich an eben dem Orte jenes Problem auch dem herrſchenden von Newton entdeckten Geſetze der Schwere gemäſs aufgelöſt, und gefunden, daſs, wenn die Dichtigkeiten unſrer Atmoſphäre vom Mittelpunkte der Erde in geometriſchem Verhältniſſe abnehmen, die dieſem Geſetze gemäſs dazu gehörigen Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde in einem harmoniſchen Verhältniſſe zunehmen müſſen. Dieſer Schluſs trifft auch mit dem, was Newton in den *Princip. phil. natur. mathem.*, Lib. II, Prop. 22, ſynthetiſch erwieſen hat, überein.

Aus dieſer Unterſuchung folgt nun erſtens, daſs die Atmoſphäre unſrer Erde unbegrenzt iſt; *) und zweitens, daſs ihre Dichtigkeit in einem ſehr groſsen Verhältniſſe abnimmt. **) Um dieſes Abneh-

*) In ſo fern nämlich die logarithmiſche Linie die Abſciſſenlinie nicht ſchneidet, ſondern ſich ihr ohne Ende nähert, gehört für jede noch ſo groſse Abſciſſe immer eine Ordinate; alſo, (wenn man nur nach Analogie ſchlieſsen dürfte,) zu jeder noch ſo groſsen Entfernung von der Erde immer eine Dichtigkeit der Luft. *d. H.*

**) Beide Ausſagen ſetzen indeſs immer die Gültigkeit des Mariottiſchen Geſetzes für ſehr groſse Verdünnungen, ja die erſte ſelbſt bis ins Unendliche,

men beſtimmen zu können, muſs man an zwei Orten Verſuche anſtellen, dicht an der Oberfläche der Erde, und in einer von der Oberfläche der Erde gegebenen Entfernung. Aus ſolchen, beſonders von Bouguer auf den hohen Bergen Peru's angeſtellten Verſuchen, hat man geſchloſſen, daſs die Dichtigkeit unſrer Erd-Atmoſphäre in einer Entfernung von 2 ſchwed. Meilen von der Oberfläche der Erde viermahl geringer iſt, als nahe an der Oberfläche. Dem gefundenen Geſetze zufolge, nach welchem die Dichtigkeit abnimmt, müſste dann die Dichtigkeit der Luft in Höhen von 4 Meilen 16mahl, von $8\frac{1}{2}$ Meilen 256mahl, von 19 Meilen 65536mahl, und von 39 Meilen 4300000000mahl geringer, als an der Oberfläche der Erde ſeyn, u. ſ. w. Die Verdünnung der Atmoſphäre wird alſo in zunehmender Entfernung ganz auſserordentlich wachſen, und in der Entfernung, worin ſich der Mond von der Erde befindet, ſo groſs ſeyn, daſs das Verhältniſs der Dichtigkeit der Atmoſphäre in der Entfernung des Mondes, zu der an der Oberfläche der Erde, nur durch eine ſehr groſse Reihe Zahlen ausgedruckt werden kann, und daſs der Widerſtand,

voraus; eine Vorausſetzung, woran mehrere Phyſiker, ſo wie an den hier darauf gebauten Folgerungen, mit Recht Anſtoſs nehmen möchten, und die ſich durch keine Analogie mit der logarithmiſchen Curve und ähnlichen Vorſtellungen, in die man zuvor ſchon das hineinlegt, was man wieder daraus folgert, rechtfertigen laſſen dürfte. *d. H.*

den die noch zur Erd-Atmoſphäre gehörige Luft der Bewegung des Mondes leiſtet, wegen dieſes hohen Grades der Verdünnung, ſo geringe ſeyn muſs, daſs er in Millionen Jahren nicht einmahl merklich, oder durch Beobachtungen in der Zeit gefunden werden kann.

Die Dichtigkeiten der Luft nehmen in gleichen Entfernungen von der Oberfläche der Erde in einer gröſsern und ausnehmend mehr wachſenden Verhältniſſe ab, wenn man die Schwere der Luftthei-chen in allen Entfernungen gleich ſetzt, als unter dem Newtonſchen Geſetze der Schwere; voraus-geſetzt, daſs man die die Erde umgebende Luftmaſſe in beiden Fällen ganz gleich annimmt. Iſt z. B. im letztern Falle die Dichtigkeit der Luft in einer Höhe von $8\frac{1}{2}$ Meile 256mahl geringer als an der Erd-oberfläche, ſo wird ſie im erſtern Falle ſchon in ei-ner Höhe von 8 Meilen dieſe Dichtigkeit haben oder 256mahl dünner ſeyn, als an der Ober-fläche, u. ſ. w.

Auch die Dichtigkeiten der Atmoſphären der Son-ne, des Mondes und der übrigen Planeten nehmen wahrſcheinlich mit zunehmender Entfernung von den Mittelpunkten dieſer Körper auf dieſelbe Art, und nach demſelben Geſetze ab, weil das Mariotti-ſche Geſetz, (wonach die Dichtigkeit der Atmo-ſphäre in Verhältniſs mit dem Gewichte oder Drucke der oben aufliegenden Luftſchichten ſteht

Vahrſcheinlichkeit nach, unſerm ganzen Pla-
yſteme gemein iſt; und weil auch die Schwer-
in demſelben durchgängig im verkehrten
ltniſſe der Quadrate der Entfernungen vom
punkte des Himmelskörpers ſteht. Denn, was
-ſte betrifft, ſo kann man wohl annehmen,
ie ganze Maſſe der Atmoſphären, die in un-
Planetenſyſteme gefunden wird, in Rückſicht
urückſtoſsenden oder Federkraft der Luft-
hen, gegen einander von einerlei Beſchaf-
it ſey. Und wenn ſich gleich die Sonne und
brigen Planeten in ungleichen Zeiten, ſowohl
einander, als gegen die Erde gerechnet, um
Achſe drehen, und daher auch die Centrifu-
-aft in gleichen Entfernungen vom Mittelpunk-
ſchieden ſeyn muſs; und wenn ſie ferner we-
rer ungleichen Maſſe ungleiche Anziehung ha-
ſo ſieht man doch leicht, daſs dieſe beiden
nde die Eigenſchaft der Maſſe der Atmoſphä-
ſs ſie in Verhältniſs des ſie zuſammendrücken-
Gewichtes verdichtet werde, nicht ändern kön-
Wenn man nun dieſes Geſetz zugleich mit dem
ſerm Planeten-Syſteme geltenden Gravitations-
ze annimmt, ſo folgt daraus eben ſo, wie wir
bei der Erd-Atmoſphäre geſehen haben, daſs,
i die Entfernungen vom Mittelpunkte der Son-
ler der andern Planeten in einer harmoniſchen
e zunehmen, die entſprechenden Dichtigkeiten
Atmoſphären in geometriſcher Proportion ab-
nen müſſen. Daraus ſieht man, daſs auch die

Atmoſphären der Planeten, ſo wie der Sonne, in zunehmenden Entfernungen auſserordentlich verdünnt werden, ſo daſs, weil die Sonnen-Atmoſphäre an der Oberfläche der Sonne 784mahl dünner ſeyn muſs, als die unſrer Erde, an der Erdfläche (?), ihre Dichtigkeit, in der Entfernung Merkurs von der Sonne, ſo unmerklich werden muſs, daſs ihr Widerſtand nicht in Millionen Jahren den Merkur, und noch weniger die übrigen Planeten, um ein merkliches retardiren kann.

Aus eben dem Grunde, warum die Erde unter den Polen abgeplattet iſt, muſs auch die die Erde umgebende Luft, der Dunſtkreis, der ſich in gleicher Zeit mit der Erde um ihre Achſe drehet, durch die vereinigte Wirkung der Centrifugal- und Schwerkraft, die Geſtalt eines Sphäroids annehmen. Sie muſs alſo über dem Erdäquator am höchſten, und unter den Polen am niedrigſten ſeyn.

In der *Svenſka Aſtronomien*, T. I, p. 244, habe ich gefunden, daſs die Centrifrugal- und Schwerkraft der Theile der Erd-Atmoſphäre, bei einer Entfernung von 3354 ſchwed. Meilen von der Erdoberfläche, gleich ſind. Die flüſſige Materie, welche ſich vielleicht über dieſer Höhe befindet, wird daher gar keinen Druck weiter auf die unterliegende Atmoſphäre ausüben können. Dem zufolge kann man alſo die Erd-Atmoſphäre als in ein

Sphäroid eingeſchloſſen anſehen, deſſen halbe groſse Achſe 3952 ſchwed. Meilen beträgt, und dieſe Höhe der Erd-Atmoſphäre ſtimmt beinahe mit der überein, welche Herr Schröter aus ſeinen beobachteten Erſcheinungen herleiten will.

Daraus könnte man auch die Modification in dem angeführten Verdichtungsgeſetze der Atmoſphäre herleiten, daſs, wenn es gleich bei allen nahe an der Erde angeſtellten Verſuchen gilt, es doch bei ſtark wachſenden Entfernungen von der Erde ſehr groſse Veränderungen erleiden kann. Denn wenn gleich, bei der angenommenen Grenze von 3354 Meilen, jeder weitere Druck aufhört, ſo muſs doch auch weiterhin einige Dichtigkeit, ſo geringe ſie auch ſeyn mag, in der Atmoſphäre ſtatt finden; wozu auch noch das kommt, daſs die zurückſtoſsende Kraft der Luft, ihrer gröſsern Ausdehnung gemäſs, immer ſchwächer werden, und endlich ganz aufhören muſs. Der Schluſs, daſs die Atmoſphäre der Erde ſich bei einer ſo groſsen Verdünnung, wie die angeführte iſt, unendlich weit erſtreckt, leidet hierdurch auch eine Einſchränkung; und ſo erhält die eben erwähnte Folgerung, daſs die Erd-Atmoſphäre ein Sphäroid, wie das beſchriebene ſey, noch gröſsere Wahrſcheinlichkeit.

Dann aber entſteht die Frage: ob man den ganzen Raum zwiſchen dieſen ſphäroidiſchen Atmo-

ſphären der Sonne und der Planeten, ſo wie den ganzen Raum zwiſchen den Atmoſphären der vielen Millionen Planeten-Syſteme, die in der Schöpfung gefunden werden, als völlig leer, oder mit einer ſo dünnen Materie angefüllt, ſich denken ſoll, daſs ihre ganze, bis zu einem feſten Körper zuſammengedrückte Maſſe, in einem unendlich kleinen Verhältniſſe zu dem ganzen übrigen Raume ſtehe, und alſo in dieſem Falle auch als völlig leer zu betrachten iſt. Sowohl ältere als neuere Philoſophen haben ſich nicht vorſtellen können, daſs dieſer ganze Weltraum eine abſolute Leere enthalten ſollte, und haben ihn daher mit einer ſehr feinen Materie, die ſie Aether nennen, erfüllt. Einige von ihnen machten ſich vom Aether den Begriff, daſs er bloſs eine Materie ſey, die den ſonſt leeren Raum zwiſchen den himmliſchen Körpern und deren Atmoſphären einnehme; andere, daſs dieſe Materie von derſelben Art, wie die Luft ſey, und eine beinahe unendliche Ausdehnungskraft beſitze, vermöge der ſie den Himmelsraum erfülle. Es würde zu weitläufig werden, alle die verſchiedenen Meinungen hierüber aufzuſtellen. Er entgeht unſern Sinnen, und raubt uns ſo die Gelegenheit, Verſuche anzuſtellen, um über die Natur deſſelben urtheilen zu können.

Einige Umſtände ſcheinen dennoch einige, wiewohl wenig überzeugende Gründe für das Daſeyn einer ſolchen feinen Materie, die verſchieden von

der Luft ist, und sich dennoch mit derselben vereinigt, darzubieten. Wenn man die Luft aus einem Recipienten auspumpt, so scheint sich doch darin noch eine andere Materie zu befinden, weil man verschiedene Wirkungen gewahr wird. Newtons Beobachtungen gemäfs theilt sich die Wärme eben so wohl durch die Leere als durch die Luft mit, und er konnte sich das nur durch eine zwischentretende Materie als möglich vorstellen. Diese Materie mufste so dünne seyn, dafs sie des Glases und aller Körper Zwischenräume durchdringen und durch alle Räume verbreitet seyn könnte. Wenn Newton das Daseyn einer solchen Materie annahm, so vermuthete er, dafs sie nicht nur weit dünner und flüssiger als die Luft sey, sondern dafs sie auch eine weit gröfsere Elasticität habe. Aus dem Drucke dieser Materie scheint er die Schwere der Körper gegen einander, und aus ihrer Elasticität die Elasticität der Luft herleiten zu wollen. Doch stellt er dies alles nur als problematisch auf.

Und in der That ist alles, was auf mancherlei Art über diesen Aether gesagt worden ist, mit Recht unter die blofsen Muthmafsungen zu zählen. Das Einzige, was sich mit Wahrscheinlichkeit darüber sagen liefse, wäre: dafs, weil man aus dem vorher Angeführten *)

*) Vergleiche Seite 104, Anmerkung.

und ſo viele Jahrtauſende im Schooſse der Erde geruht haben, keinen Theil von der Wirkung empfangen zu haben ſchienen, welche jene magnetiſch machte.

Gewöhnlich bediente man ſich zu dieſen Unterſuchungen gröſserer Magnete; *) und da konnte es leicht geſchehn, daſs ſehr ſchwache Magnete beide Pole des ſtarken gleichmäſsig anzogen, weil ihre Pole durch die Einwirkung des ſtarken Magneten augenblicklich verwechſelt wurden. Herr Hauy wählte daher eine kleine Magnetnadel von geringer Stärke, ſo wie man ſie in den kleinen Sonnenuhren findet, und nun wurde, was er in die Hände nahm, zu Magneten. Die Kryſtalle der Inſel *Elba*, aus *Dauphiné*, aus *Framont*, und aus *Korſika*, ſtieſsen an einer Seite den einen Pol ab, und zogen

*) Wenigſtens war das nicht der Fall bei der Unterſuchungsmethode Cavallo's, (*Theoretiſche und praktiſche Abhandlung der Lehre vom Magnete*, von Cavallo, Leipzig 1788,) und Bennet's, der kleine Magnetnadeln, von der Gröſse der Nähnadeln, an das Gewebe der Kreuzſpinne aufhing. (Siehe *Journal der Phyſik*, B. VII, S. 355.) Nur ſcheint man bisher zu wenig einen magnetiſchen Körper ſolchen Unterſuchungen unterworfen zu haben. Der Zufall muſs in ſolchen Fällen gewöhnlich das Beſte thun. So erinnere ich mich, daſs, ehe ich noch Magnete mehr als von Anſehen und dem Namen kannte, ich ſchon die Veränderung der Richtung einer kleinen Magnetnadel durch ein altes Serpentintintefaſs bemerkte. *A.*

X.

Einige magnetiſche Beobachtungen.

1. *Bemerkungen über die natürlichen Magnete; vom Bürger* Hauy. *)

Die Mineralogen haben bisher unter dem Namen der *natürlichen Magnete* eine eigne Art von Eiſenerz begriffen, welche zwei magnetiſche Pole hat. Delarbre machte im Jahre 1786 bekannt, daſs der Eiſenglanz von Valois, Puis-de-Dôme und Mont-d'Or Polarität zeigte. **) Daſſelbe wurde auch an einem oktaedriſchen Eiſen-Kryſtalle aus Schweden, an einem oktaedriſchen Eiſen-Kryſtalle aus Korſika, an Brocken verſchiedner Eiſenerze aus Franche-Comté, und an einem Eiſenſande von St. Domingo bemerkt. Es muſste daher den Phyſikern auffallen, daſs andere Mineral-Körper, die doch beträchtliche Mengen reguliniſches Eiſen enthalten

*) *Bulletin des Sciences, par la societé philomatique,* à Paris, An 5, No. 5, p. 34.

**) Schon vorher im *Journal de Phyſique* deſſelben Jahres, Auguſt, Seite 119, hatte Romé de l'Isle an einem Eiſenglanze aus Philadelphia, (Cryſtall., t. 3, p. 187, note 35,) ein Gleiches beobachtet. *Hauy.*

rer Magnetiſirung anmerken ſollte. Auch muſs man den mineralogiſchen Beſtecken, auſser dem Magnetſtabe oder einer ſtarken Magnetnadel, billig noch eine ſchwache Magnetnadel beifügen.

2. *Ueber Vaſſali's Magnet ohne Abweichung und Inclination; von* TREMERI, *Ingénieur des Mines.* *)

Folgende Methode gab Vaſſali vor ein Paar Jahren in den Mailändiſchen Beiträgen an, um künſtliche Magnete zu bilden, welche feſt und unveränderlich nach den Polen der Erdkugel zeigen. Statt der ſtählernen Nadel magnetiſire man eine dünne Ellipſe aus Stahl, auf deren groſser Achſe Eiſenblech liegt, indem man die beiden Bogen an den Endpunkten dieſer Achſe nach der gewöhnlichen Art ſtreicht, und hänge die Ellipſe in ihrem Mittelpunkte über eine Mittagslinie auf. Bleibt die Achſe in der Mittagslinie, ſo iſt die Magnetnadel fertig; wo nicht, ſo nehme man, auf die bekannte Art, von dem einen Pole ſo viel Magnetismus weg, bis dieſes geſchieht. Alsdann hat man eine Bouſſole, deren groſse Achſe ſtets genau und ohne Abweichung nach den Erdpolen zeigt, wie Vaſſali, eilfjährigen Beobachtungen zu Folge, behauptet.

Dieſe Magnetnadel Vaſſali's iſt, wie aus zweien, deren gleichnamige Pole nach einerlei Sei-

*) *Bulletin des Sciences*, An. 5, p. 36 und 44.

te, der eine rechts, der andre links, in gleicher Entfernung von der Achſe der Stahlellipſe, liegen, zuſammengeſetzt zu betrachten. Dieſes vorausgeſetzt, wird es hinreichend ſeyn, die Wirkung zweier mit einander verbundner Magnetnadeln, die auf derſelben Spitze ruhen, zu betrachten.

Iſt *NS* der magnetiſche Meridian, und beide Nadeln ſind gleich ſtark magnetiſirt, ſo ſtreben ſie mit gleicher Kraft, ſich in die Lage *NS* zu verſetzen, daher ſie dann beide unter gleichen Winkeln vom magnetiſchen Meridiane abſtehn müſſen, und dieſer durch die Achſe geht. Und das muſs bei jeder Veränderung des magnetiſchen Meridians der Fall ſeyn. Iſt die Kraft der beiden Nadeln ungleich, ſo weicht ihre Achſe zwar vom magnetiſchen Meridiane ab, und ihre Kraft läſst ſich ſo proportioniren, daſs die Achſe genau in die Linie nach den Polen fällt: allein ſo lange die magnetiſche Kraft beider Nadeln unverändert bleibt, bleibt es auch dieſer ihr Winkel mit dem magnetiſchen Meridiane, ſo daſs, ſo bald der magnetiſche Meridian ſich ändert, (ſey es, daſs er fortrücke, oder daſs die Nadeln an einem andern Orte gebraucht werden,) auch eine Abweichung der Achſe von der Linie nach beiden Polen ſich zeigen muſs.

Eine ſolche Verbindung zweier Magnete hat überdies den weſentlichen Fehler, daſs die beiden gleichnamigen Pole, wenn ſie nach derſelben Seite gerichtet ſind, ihre Kraft wechſelſeitig ſchwächen. Bei gleich ſtarken könnte das vielleicht in unglei-

chem Grade geſchehn; bei ungleich ſtarken ſtrebt der ſtärkere, dem ſchwächern eine entgegengeſetzte Polarität zu geben. In beiden Fällen müſste ſich, bei unveränderter Lage des magnetiſchen Meridians, die Lage der Achſe verändern, und ſo könnte ſich leicht bei Vaſſali's Magnetnadel das Umgekehrte ereignen, daſs ſie Veränderungen in der Abweichung zeigte, die in der That nicht ſtatt fanden.

Man ſieht hieraus, daſs, wie man auch die Geſtalt künſtlicher Magnete ändere, ſie immer einer Abweichung unterworfen bleiben, wie das ſchon Muſſchenbroek bei ſeinen Verſuchen mit kreisförmigen Magneten fand.

3. *John Macdonald's Beobachtungen über die tägliche Abweichung der Magnetnadel im Fort Marlborough auf Sumatra, und in der Inſel St. Helena.* *)

Ich lieſs in einiger Entfernung von meinem Hauſe im Fort Marlborough ein kleines Gebäude, das von allem Eiſen entblöſst war, errichten, und zog in dieſem die Mittagslinie, mittelſt einer geebneten Kupferplatte, auf welche 12 concentriſche Kreiſe eingeriſſen waren, und in deren Mittelpunkte eine hohle Röhre ſtand, in welche ein zugeſpitzter kupferner Stift hineinpaſste. Sowohl dieſe Platte liefs ſich mittelſt dreier Stellſchrauben genau hori-

*) *Philoſophical Transactions* for 1796, p. 340—349; for 1798, p. 397—402.

zontal, als auch der Stift mittelſt dieſer Stellſchrauben vollkommen ſenkrecht ſtellen, und zugleich ſo verrücken, daſs ſich die Spitze deſſelben genau ſenkrecht über dem Mittelpunkte der Kreiſe befand. Dieſes wurde mittelſt eines eigen Mechanismus geprüft, indem ein horizontaler Arm, der an einem Ende einen ſenkrechten Stift, am andern eine Scheibe trug, die an die Röhre anſtieſs, mittelſt eines Hütchens auf der ſchattenwerfenden Spitze ruhte, und um ſie herum geführt werden konnte. Auf dieſe Art glaube ich die Mittagslinie bis auf 1 Minute genau gefunden zu haben, da ich ſie an zwei verſchiednen Tagen völlig gleich beſtimmte.

In der Magnetbüchſe zog ich parallel mit ihrer Achſe, d. h. in der Ebne, welche ſenkrecht auf der Null-Linie der Eintheilung ſtand, ein Haar unterhalb, und ein zweites oberhalb der Nadel, und in der Verlängerung dieſer Haare wurden an der Auſsenſeite der Büchſe zwei ſehr feine Kupferdrähte befeſtigt. Bei der Beobachtung wurde die Magnetbüchſe ſo über die Mittagslinie geſetzt, daſs die beiden Haare und dieſe Linie, welche man durch Oeffnungen im Boden der Büchſe hindurch ſah, einander deckten, wenn man ſie von oben herab durch ein Vergröſserungsglas betrachtete, und auch hierbei fand ſchwerlich ein Fehler gröſser als 1 Minute Statt. Damit die Büchſe nicht Ein Mahl etwas anders, wie ein ander Mahl auf die Mittagslinie zu ſtehn käme, befeſtigte ich ſie zuletzt auf derſelben

in ihrer gehörigen Lage zwiſchen zwei Latten, mittelſt hölzerner Keile. Beim Ableſen der Eintheilung, auf welche die Nadel ſtand, bedeckte ich mit der rechten Hand das rechte Auge; hielt in der linken eine Loupe von $2\frac{1}{2}$mahliger Vergröſserung; brachte erſt das obere Haar zum Decken mit der Mittagslinie; und ſah dann, indem das Auge in dieſer Lage blieb, an der feinen Minutenſcale, wie weit die Südſpitze nach Weſten abwich. Jede Beobachtung wurde auf dieſe Art 4 Mahl wiederhohlt, um mich von ihrer Genauigkeit zu überzeugen. Zugleich bemerkte ich jedes Mahl den Thermometerſtand und die Beſchaffenheit des Wetters, und dieſe Beobachtungen wurden täglich drei Mahl zu beſtimmten Stunden, um 12 Uhr, früh Morgens und gegen Abend, überdies oft noch eine Beobachtung in der Nacht angeſtellt. *)

Bei wiederhohlten Verſuchen fand ſich zwar die Sphäre der gegenſeitigen Anziehung zwiſchen der Magnetnadel und dem Eiſen ziemlich eingeſchränkt, und ein gewöhnlicher Schlüſſel wirkte nicht eher auf die Nadel, als bis er ihr bis auf 5 Zoll genähert ward. Deſſen ungeachtet entfernte ich vor jeder Beobachtung alles Eiſen von mir, machte die Haspen und Krampen an der Thür von Holz, ent-

*) Dieſe Beobachtungen werden in den *Philoſ. Transact.* umſtändlich in Tabellen mitgetheilt, welche ich, da ihr Detail nur für wenige lehrreich ſeyn dürfte, übergehe. *d. H.*

fernte das Vorlegeſchloſs jedes Mahl von dem Gebäude, und bediente mich des Abends hölzerner Leuchter. Die Beobachtungen ſelbſt wurden mit der möglichſten Sorgfalt gemacht, und ich unterlieſs keine von den kleinen Vorſichtsregeln, die man beobachten muſs, um die gröſste Genauigkeit zu erhalten.

Die öſtliche Abweichung der Magnetnadel zu *Fort Marlborough* betrug, nach übereinſtimmenden Beobachtungen:

	vom 27, 28, 29ſten Juni 1794		vom 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17ten März 1795	
	Wärme	öſtliche Abweich.	Wärme	öſtliche Abweich.
um 7 Uhr Morgens	76°	1° 8′	78°	1° 6′
um 12 Uhr Mittags	81°	1° 10′	83°	1° 9′
um 5 Uhr Abends	81°	1° 12′	82°	1° 10′
um 11 bis 12 Uhr Nachts	—	—	78°	1° 8′

Aus allen Beobachtungen erhellt, daſs die öſtliche Abweichung der Magnetnadel täglich ungefähr von 7 Uhr Morgens an bis 5 Uhr Abends zunimmt, hingegen alsdann bis 7 Uhr Morgens wieder abnimmt. Die vielen Unregelmäſsigkeiten in den Beobachtungen mindern die Zuverläſſigkeit dieſes Reſultats nicht, da es bekannt iſt, daſs die tägliche Variation der Magnetnadel von unbekannten Urſachen gar ſehr geſtört wird. Auch ergiebt ſich daraus, daſs die tägliche Variation während eines Gewitters gröſser ſey, als ſonſt bei übrigens gleichen Umſtänden.

Man hat bemerkt, dafs die magnetiſche Kraft durch Wärme geſchwächt, dagegen in der Kälte erhöht werde. Dieſe wichtige Thatſache verband man mit Halley's Hypotheſe von 4 magnetiſchen Polen, um daraus die tägliche Variation in der Abweichung der Magnetnadel zu erklären. Indem der ſüdöſtliche magnetiſche Pol, der im Meridiane von Celebes liegt, und daher der nächſte bei Sumatra ſeyn ſoll, des Morgens durch die Sonne oder durch unterirdiſches Feuer, weniger als gegen Mittag und Nachmittags erwärmt wird, ſoll er des Morgens die Südſpitze der Magnetnadel mächtiger als Nachmittags anziehn; daher die öſtliche Abweichung des Morgens kleiner als des Nachmittags iſt. Da zugleich der ſüdweſtliche magnetiſche Pol Nachmittags kälter wird, ſo zieht er die Südſpitze ſtärker an, und deshalb ſoll die öſtliche Variation in der Abweichung der Magnetnadel auf Sumatra des Nachmittags gröſser als des Vormittags ſeyn. — Canton bemerkte, dafs in Europa dieſe tägliche Variation im Sommer gröſser als im Winter iſt; daraus ſcheint in der That zu erhellen, dafs dieſe Variation auf einer Wirkung der Wärme auf Magnete in der Erde beruht; und da meine Beobachtungen gerade ein entgegengeſetztes Reſultat geben, ſo ſcheint das für Sumatra kein ſchwacher Beweis für die Wahrheit der Halleyſchen Hypotheſe zu ſeyn.

Auf St. Helena erhielt ich vom 28ſten Oktober bis zum 13ten November 1796, weil das Schiff,

zu welchem ich gehörte, ſich dort nicht länger verweilte, zwar überhaupt nur 85 Beobachtungen, an einer Mittagslinie, die ich mit demſelben Apparate, wie auf Sumatra, gezogen hatte. Doch ſtimmen ſie ſo gut zuſammen, daſs ſich daraus zuverläſſige Folgerungen ziehn laſſen, welche die vorige Theorie zu beſtätigen ſcheinen. Addirt man die Beobachtungen Vor- und Nachmittags zuſammen, und nimmt aus ihnen das Mittel, ſo findet ſich die Abweichung der Magnetnadel Anfangs Novembers 1796 auf St. Helena 15° 48′ 34″,5 weſtlich. Zieht man das Mittel aus den Beobachtungen Nachmittags, vom Mittel aus den Beobachtungen Vormittags ab; ſo findet man die tägliche Variation der Abweichung 3′ 55″. Von 6 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens ſteht die Nadel ſtill; dann fängt ſie an ſich weſtlich zu bewegen, ſo daſs ihre weſtliche Abweichung zunimmt. Dieſe iſt etwa um 8 Uhr Morgens am gröſsten, und nimmt dann wieder ab. Dabei ſcheint dieſelbe Urſache, wie auf Sumatra, wirkſam zu ſeyn, nur daſs der Beobachtungsort anders gegen die ſüdlichen magnetiſchen Pole liegt.

Auf den Zimmern der königlichen Societät wächſt die Abweichung der Magnetnadel von 7 Uhr Morgens bis 2 Uhr Nachmittags, und zwar iſt hier die tägliche Variation gröſser als auf Sumatra und St. Helena. Dies folgt ſehr natürlich daraus, daſs England den magnetiſchen

Polen näher ist, als diese Inseln, welche unweit des Aequators liegen.

Auf Sumatra bemerkte ich öfters, dafs die Magnetnadel aus ihrer horizontalen Lage gewichen war, und manchmahl 6 bis 8 Minuten herab-, ein ander Mahl hinaufwärts geneigt stand. Ich achtete darauf wenig, da ich es einer kleinen Aenderung im Hütchen oder im Stifte, worauf die Nadel spielte, zuschrieb. Dasselbe bemerkte ich wieder in St. Helena, ohne eine Erklärung für diese Verschiedenheit zu finden, es sey, dafs die Inklination der Nadel solchen Veränderungen unterworfen sey.

1796 November	Wärme um 2 Uhr.	Westliche Abweichung der Magnetnadel auf der Insel St. Helena. 6 Uhr M.	8 Uhr M.	12 Uhr,	2 Uhr A.	6 Uhr A.
1	71°	—	15° 49′	15° 48′	15° 46′	15° 47′
2	70	—	48	47	45	48
4	70¼	—	50	50	46	48
5	70½	—	51	48	47	47
7	71	—	51	48	48	49
8	70½	15° 49′	51	45	48	—
9	70	48	50	46	47	—
10	71½	50	51	48	46	48
11	71	48	52	49	47	49
12	71¾	49	52	48	46	—

XI.

Anzeige eines neuen Hygrometers,

von

F. W. Voigt,

in Jena.

De Luc ſagt in ſeinen Ideen über die Meteorologie, S. 52, daſs er Federkiele ſpiralförmig geſchnitten, und daſs dieſe hygroſkopiſchen Streifen, wie das Fiſchbein, ſehr beſtändig wären, wenn ſie gehörig dünne gearbeitet werden können. Durch dieſe Bemerkung des groſsen Naturforſchers wurde ich ſchon längſt auf dieſes Hygrometer aufmerkſam gemacht, und ich habe mich durch Uebung und einiger Maſchinerie, welche das ſpirale Schneiden der Federkiels betrifft, in den Stand geſetzt, dieſe Streifen ſo zu ſchneiden und zu bearbeiten, wie es der ſcharfſinnige de Luc verlangt, nämlich ſo zart, bis die Schwingungen, welche ſie beim erſten Eintauchen ins Waſſer erhalten, aufhören. Auf dieſe Art verfertige ich jetzt ſehr richtige und wohlfeile Hygrometer, welche entweder ihre Zuſammenziehung und Ausdehnung unmittelbar in 10000 Theilen der Normallänge im Waſſer, durch eine Nonius-Theilung angeben, oder bei welchen dieſe Ausdehnung durch Welle und Zeiger in 400 Theilen des Kreiſes ſichtbar gemacht wird, deren Verhältniſs zu 10000 Theilen der Normallänge ich bei jedem Exemplare empiriſch, d. h., durch Verglei-

hung mit einem grofsen 2 Fufs langen Etalon der rften Art, beftimme, und für jeden Grad in eine Tabelle bringe. So habe ich ein vergleichbares Hygrometer conftruirt, ohne den weitläufigen Pro- ufs der abfoluten Trockenheitsbeftimmung nach de Luc und Sauffüre. Jeder, der diefe obern ften Punkte auch zu haben wünfcht, erhält h entweder alsdann, wenn ich meine Unterfuchun- en hierüber beendigt habe, in 10000 Theilen der erminderung der Normallänge, oder er kann fie ı feinem Exemplare felbft beftimmen und mit mei- en Reſultaten vergleichen, oder die Hygrometer önnen auf Verlangen auch in der alten Sprache n 100 Theilen zwifchen den beiden feften Punk- n beftimmt und getheilt werden. Die Schwierig- it, gute Fifchbeinftreifen zu erhalten, ift eben fo- ofs, als das Bedürfnifs eines guten Hygrometers r den praktifchen Arzt, Meteorologen, Phyfiker id Oekonomen. Ich glaube daher dem gefamm- h Publico ein Gefchenk mit folgender Anzeige zu achen, welche jene Hygrometer und ihre Preife trifft, die in meiner Werkftatt verfertigt werden.

1. Ein Hygrometer-Etalon mit einer Nonius- heilung, welche 10000 Theile der Verminderung r Normallänge im Waffer, (die 2 englifche Fufs trägt,) angiebt, mit meffingener Skale und in ehl gefottenem Fichtenholzgeftelle, $1\frac{1}{2}$ Louisd'or.

2. Ein dito Etalon, ganz von Meffing, mit No- ıs und einem 1 Fufs langen Streifen, $2\frac{1}{2}$ Louisd'or.

3. Ein dito, ſehr ſtark und ſolid g
nebſt einem Thermometer, 3 Louisd'or.

4. Ein dito von 1 Fuſs lang, mit hölz
Oehl geſottenen Geſtelle und meſſingene
1 Louisd'or.

5. Ein Hygrometer mit der Welle u
ſcheibe, mit hölzerner geöhlter Stange un
zur Reducirung der 400 Grade auf 100c
der Normallänge, 1½ Louisd'or.

6. Ein dito mit meſſingenem Ge
Louisd'or.

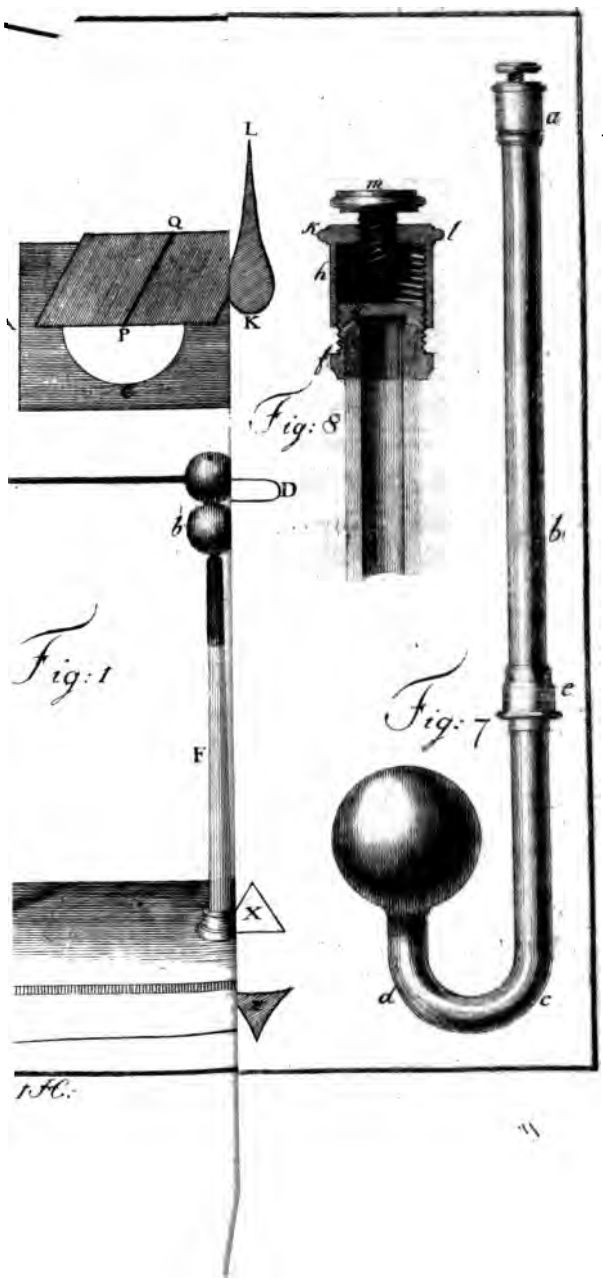
7. Ein dito ganz von Meſſing, ſehr f
beitet, mit der Berichtigungsſchraube zur
len auf die Null bei der Normallänge, 3 L

8. Ein dito mit einem Thermometer,
8otheiligen Skale, 3½ Louisd'or.

9. Ein dito mit Thermometer, mit
heits und der 8otheiligen Skale, 4 Louis

Wer dieſe Inſtrumente beſtellt, erhält
Vollendung Nachricht, worauf ich nach
des Geldes ſogleich dieſelben abgehen la
Emballage beträgt jedesmahl 16 ggr. Ma
ſich an mich poſtfrei mit Briefen und Geld
der Addreſſe:

Jena den 5ten Nov. 1799. *Friedrich Wilhelm*
herzogl.-ſächſ. privile
Inſtrumentenma


L
Q
P
K
m
k
l
h
f
Fig: 8
a
b
e
Fig: 7
D
b
Fig: 1
F
X
d
c

ANNALEN DER PHYSIK.

DRITTER BAND, ZWEITES STÜCK.

I.

UNTERSUCHUNGEN UND ERFAHRUNGEN *über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüſſigen Körpern, angewandt auf die Erklärung verſchiedner hydrauliſcher Erſcheinungen,*

von

J. B. VENTURI,
Profeſſor der Phyſik zu Modena.

(Beſchluſs.)

INHALT.

In den Blaſewerken durch Waſſer iſt es die beſchleunigende Kraft der Schwere und die Seitenmittheilung der Bewegung, welche das Gebläſe bewirken, *Satz* 8; nicht eine Zerſetzung des Waſſers, *Verſuch* 25. Mögliche Stärke dieſes Gebläſes.

In manchen Fällen läſst ſich Waſſer, ohne Beihülfe von Maſchinen, aus einer Gegend, welche tiefer als der Abzugskanal liegt, ableiten, *Satz* 9. Anwendung davon auf die Mühlgerinne.

Die Wirbel in den Strömen entſtehn faſt immer durch Seitenmittheilung der Bewegung, *Satz* 10. Vertikale Wirbel an der Oberfläche und am Boden des Stroms; ſie retardiren hauptſächlich die Ströme. Gröſsere Waſſerhöhe bei Ungleichheiten im Bette, als wenn ſie fehlten.

Theorie der Wirbel, die ſich im Waſſer, das aus einem Gefäſse durch eine horizontale Oeffnung abfliefst, bilden, aus der Lehre von den Central-Kräften abgeleitet, *Satz* 11. Erſcheinung bei denſelben erklärt *Verſuch* 26 — 30.

Die Seitenmittheilung der Bewegung findet in der Luft gerade ſo, wie im Waſſer ſtatt, *Satz* 12. Dadurch entſteht der Ton in den Orgelpfeifen; und die Verſtärkung des Schalls in coniſchen divergirenden Röhren. Merkwürdige Verſchiedenheit zwiſchen den tönenden Schwingungen der Luft in einer Röhre, und die durch die Atmoſphäre ſich fortpflanzenden Pulſationen.

Achter Satz.

In den Blaſewerken durch Waſſer, (ſouflets d'eau,) wird die Luft durch die beſchleunigende Kraft der Schwere, verbunden mit einer Seitenmittheilung der Bewegung der Eſſe, (forge,) zugeführt.

Die Akademie von Toulouſe lud 1791 die Phyſiker ein, die Urſache und Beſchaffenheit des Windes zu erklären, den man in einigen Eiſenhüttenwerken, (*forges*,) durch herabſtürzendes Waſſer bewirkt. Ich will verſuchen, hier die Wirkung dieſer Art Blaſewerke in ihrem ganzen Umfange zu entwickeln, und daraus die beſte Einrichtung derſelben abzuleiten.

Kircher iſt der Erſte, ſo viel ich weiſs, der den Wind, welchen die Waſſerfälle her-

bringen, erklärt hat; *) Barthés, der ter, hat hierüber eine Theorie geliefert, die mir verſchiedner Rückſicht mangelhaft ſcheint. **) etrich glaubte, dieſer Wind werde durch eine rſetzung des Waſſers hervorgebracht, ***) und was ähnliches muthmaſste ſchon Fabri in dem floſſenen Jahrhundert. ****) Uebrigens ſind dieſe lſewerke dem gröſsten Theile der Phyſiker be- nnt. *****)

*) *Mundus ſubterr.*, lib. 14, c. 5, edit. 1662.

**) *Mémoires des ſavans étrangers*, vol. 3, p. 378.

***) *Gites des minerai des Pyrénées*, p. 48, 49.

****) *Phyſic. tract.*, I, lib. 2, prop. 243.

*****) *Art des forges*, part. 2. *Mariotte*, *des eaux*, part. 1, Disc. 3. *Transact.* No. 473, etc. *V.*

Im Franzöſiſchen nennt man dieſe Blaſewerke auch *une trompe*; im Deutſchen und im Engliſchen fehlt ein Name dafür. Chaptal beſchreibt ſie in ſeinen *Eléments de Chimie*, Ed. 3, t. 2, p. 190, wie man ſich ihrer beim Ausſchmelzen der Metalle ſtatt der Blaſebälge bedient, um in den Schmelzofen zu blaſen, wie folgt: „Dieſes Blaſewerk, (*la trompe*,) beſteht aus einem ausgehöhlten Baume, der auf einer zu unterſt in die Erde gegrabnen Tonne ruht. Der Rand der Tonne ſteht in Waſſer, und durch den hohlen Stamm ſtürzt ſich flieſsendes Waſſer auf einen Stein hinab, der mitten in der Tonne liegt. Die Luft, welche ſich dabei entwickelt, geht durch einen Seitenkanal unten in den Ofen hinein. Sie wird theils vom Waſſer mit hineingeriſſen, theils rührt ſie von dem Zuge her, der dadurch entſteht,

Ich fange mit einer Idee an, deren Grund d
Scharfsichtigkeit des *Leonhard de Vinci* nicht entga
gen ist. Mehrere gleiche Kugeln, die sich be
ren, mögen sich in der Horizontallinie *AB*, (T
II, Fig. 1,) gleichförmig bewegen, so dafs je
den Raum von 4 Kugeln in einer Sekunde dur
läuft. Ist nun die Linie *BF* 16 engl. Schuhe, d
der Fallhöhe in der ersten Sekunde gleich, so w
den in jeder Sekunde vier Kugeln von *B* nach *F*
len und ihre gegenseitigen Distanzen werden be
Fallen ungefähr seyn *BC* = 1, *CD* = 3, *DE* =
EF = 7. Und das ist eine sehr sinnliche Darst
lung der successiven Trennung und Entfernung,
che die Beschleunigungskraft der Schwere
den Körpern, die nach einander fallen, verursach

Das Regenwasser fliefst aus einer Dachrinne
einem zusammenhängenden Gusse; indem es
sondert es sich aber in horizontalen Schichten

dafs man im Baume unter seinem obern Ende O
nungen anbringt, welche man *trompilles* n
Folgendes sind die Maafse eines guten Blasewer
dieser Art. Länge des hohlen Baums 24 Fufs;
he der Tonne 5 Fufs, ihr Durchmesser 4½ F
Durchmesser des Steins 18 Zoll; Durchmesser
Trompilles 6 Zoll. Die Trompilles müssen 6 F
unter dem obern Ende des Baums angebracht se
und dieser mufs sich in seinem Innern über d
Trompilles von 18 Zoll bis 5 Zoll Weite trichterförm
verengern; unterhalb derselben mufs er 8 Zoll i
Durchmesser haben." *d. H.*

ander ab, und ſchlägt auf das Pflaſter plätſchernd
d abſatzweiſe auf. Ueberdies vertheilt und zer-
eut ſich noch das Waſſer in dieſen horizontalen
hichten. Iſt der Guſs, der aus der Dachrinne
ommt, kaum einen Zoll breit, ſo ſchlägt er doch
uf das Pflaſter oft einen Fuſs breit auf. Die Luft,
ie ſich zwiſchen den vertikalen und horizontalen
bſonderungen des fallenden Waſſers befindet, wird
it fortgeſtoſsen und herabgezogen; andre Luft
olgt ihr von den Seiten her, und unten entſteht
in Wind rund um den Ort herum, auf welchen
as Waſſer auffällt.

Ich habe mich dem Fuſse der Waſſerfälle genä-
ert, die ſich von dem Gletſcher des *Roche-Mêlon*
n *Novaleſiſchen*, unweit des *Mont Cenis*, auf blo-
en Felſen herabſtürzen; man hat Mühe, dort der
ewalt dieſes Windes zu widerſtehn. Wenn der
Waſſerfall in ein Becken fällt, ſo wird die Luft
ach dem Boden gezogen; ſie prallt daraus mit
eftigkeit zurück, und ſpritzt das Waſſer unter
er Geſtalt eines Nebels umher. *) Eben ſo zieht

*) Der mächtigſte unter den bis jetzt mit Zuverläſſig-
keit bekannten Waſſerfällen, der im *Niagara* in
Nord-Amerika, wo ein 4000 engl. Fuſs breiter Strom
ſich in einem Bogen, anderthalb hundert Fuſs tief
hinabſtürzt, entſpricht auch dieſen Bemerkungen.
Nach der Beſchreibung des neueſten Reiſenden,
Iſaac Weld, der ihn in einer Karte und in eini-
gen Kupfern abbildet, (*Travels through the ſtate of
North-America and the Provinces of Upper and Low.*

das Waſſer, welches ſich in die innern Höhlen

er Canada during the years 1795, 96 *and* London 1799, q., p. 308 ſeq.,) iſt der Hau im nördlichen Arme 1800 engl. Fuſs breit und Fuſs hoch, und der Fall im ſüdlichen Arme Fuſs breit und 163 Fuſs hoch, aber wegen ner gröſsern Höhe nicht ſo waſſerreich als j Jener hat in ſeiner Mitte einen Einbug, in de ſtalt eines Hufeiſens, und hier ſteigt eine Da und Nebelſäule an, welche Weld ſelbſt, a an einem ſehr heiſsen Tage auf dem Eri (aus dem der Niagara abfliefst,) ſchiffte, 54 (über 10 deutſche,) Meilen weit, gleich einem len Wölckchen am Horizonte, das im Fernrohr ſtändig ſeine Geſtalt, nicht aber ſeinen Ort v derte, wahrnahm. Noch über tauſend Schuh vom Falle, am Ufer des Stroms unterhalb deſſe näſste dieſer Nebel ihn ſo, als wäre er durch ſer gezogen. Das gewaltige Toben des Falls zu Zeiten, beſonders kurz vor Regenwetter, die Luft den Schall am beſten fortpflanzt, 40 Meilen weit deutlich gehört; am Tage aber Weld ihn ſah, hörte er den Fall noch nicht, ſich ihm ſchon bis auf eine halbe engl. Meile, (Schuh,) genähert hatte. Man kann ſich den lenden Waſſerbogen nähern, ſo daſs ſich hinte zwiſchen das Waſſer und den Felſen, in chem das Waſſer eine Menge Höhlen ausgeſpül ein Blick werfen läſst. „Ich näherte mich", Weld, „der Schneide des fallenden Waſſer auf etwa 18 Fuſs; aber hier wäre ich faſt von heftigen Wirbelwinde erſtickt worden, der b dig am Fuſse des Falls wüthet, und durch den

Berge ſtürzt, Luft mit ſich herab, die, wenn ſie

einer ſo ungeheuern Waſſermaſſe gegen den Felſen hervorgebracht wird. Ich geſtehe es, mir verging die Luſt, weiter zu gehn, auch verſuchte es keiner von uns, weiter die ſchreckliche Gegend jener Höhlen zu betreten, die jedem, der ſich zu ihrem Schlunde wagte, den Tod zu drohen ſchienen. Keine Worte vermögen das Erhabne der Scene, von dieſem Standpunkte aus geſehn, zu ſchildern. Die Sinne ſchwanden beim Anblicke einer ſo ungeheuern Waſſermaſſe, welche ſo nahe zu meinen Füſsen von einer furchtbaren Höhe herabſtürzte; der donnernde Schall der Wogen, die an die Felſenſeiten der Höhlen ſchlagen, erfüllten mich mit Schreck, und Zittern und Furcht ergriffen mich, wenn ich bedachte, daſs ein Stoſs des hier ewig herrſchenden Wirbelwindes mich von dem ſchlüpfrigen Ufer in das Becken ſchleudern könnte, woraus keine menſchliche Hülfe mich zu retten vermocht hätte."

In wie fern der Stoſs der Waſſermaſſe gegen die Felſen den Wirbelwind erzeugt, lehrt Venturi's Erklärung. Zwei Waſſerſchichten, die beim Falle von der Höhe hinab oben um 1 Fuſs ſenkrecht von einander abſtehn, müſſen, wenn die unterſte eben aufſchlägt, wenigſtens 11 Fuſs ſenkrecht von einander entfernt ſeyn. Auch abgeſehn von der Ausbreitung des fallenden Waſſers zur Seite, iſt dieſes beim Auffallen mit eilfmahl ſo viel Luft, der Ausdehnung nach gerechnet, gemiſcht, und kommt ſchon in Tropfen herab. Beim Aufſchlagen auf die Felſen wird dieſe Luft mit einer ähnlichen Kraft abprallen, mit der ſie aufſchlägt, und

aus andern Oeffnungen am Fuſse des Berges wieder herausſtrömt, natürliche Blaſebälge, oder die

zugleich zerſtiebt das Waſſer in die kleinſten Theilchen, die mit den cohärirenden Luftheilchen ſich hoch und weit umher verbreiten. Dieſe bilden die gewaltige Nebelſäule, welche über der Mitte des Hauptfalls ſchwebt, und die in den fallenden Strahl hineinfahrende, und beim Auffchlagen wieder zurückgetriebne Luft erzeugt den Luftzug und Wirbelwind unten am Falle.

Hier noch einige Bemerkungen Weld's über den Fall im Niagara:

Der Niagarafluſs iſt, wo er aus dem Erieſee tritt, $2\frac{1}{2}$ engl. Meile breit, im Mittel 6 Fuſs tief, und flieſst mit einer Geſchwindigkeit von 2 Knoten in der Stunde. Folglich giebt er in jeder Minute 670000 Tonnen Waſſer her, und dieſe, und mehr noch ſtürzen in jenen Waſſerfällen hinab. Am Fuſse des groſsen Falls liegen abgeriſsne Felſenblöcke, zerſchmettertes Holz, und zerbrochne Gerippe groſser Fiſche, welche die Gewalt des Stroms mit hinabriſs. Von dem, was mit hinabgeſchleudert wird, ſoll kaum ein Drittel unten wieder zum Vorſcheine kommen. Das anſpülende Waſſer untergräbt den Felſen, über welchen der Sturz geſchieht, allmählig von unten herauf, und die Waſſerfälle treten daher allmählig weiter Strom aufwärts. Bei Menſchengedenk haben ſie ihre Stelle um 10 und mehrere Fuſs verändert. — Am Fuſse des Hauptfalls findet ſich eine feſte weiſse Maſſe, die vollkommen das Anſehen von verſteinertem Schaume hat, und in der That auch am häufigſten an denen Felſen ſitzt, woran der meiſte Schaum

ſogenannten *Ventaroli* bildet, *) welche man vorzüglich in den Vulkaniſchen Bergen bemerkt, die in ihrem Innern beſonders viel Höhlen haben. **)

Man nehme eine Röhre *BCDE*, (Fig. 2,) durch welche das Waſſer eines Kanals *AB* in den untern Behälter *MN* fällt, und bringe rings umher in ihr Löcher an, damit die äuſsere Luft freien Zutritt habe, und die Luft erſetzen könne, die

getrieben wird. Einige glauben, er werde von den erdigen Theilen des Fluſswaſſers gebildet, die ſich beim Falle von den Waſſertheilchen ſcheiden. „Gerade als wir den Fuſs des Hauptfalls verlieſsen, brach die Sonne hinter den Wolken hervor, und bildete im Nebel, der über dem Falle ſchwebte, den ſchönſten und vollſtändigſten Regenbogen, der ſich denken läſst.“ *d. H.*

*) Zuweilen ſind jedoch dieſe *Ventaroli* Wirkungen von der Ungleichheit der Temperatur zwiſchen der Luft der Höhle und der äuſsern Luft. *V.*

Eine intereſſante Abhandlung Sauſſure's über dieſe natürlichen Blaſewerke findet man im fünften Aufſatze dieſes Stücks. *d. H.*

**) Die merkwürdigſte Naturerſcheinung dieſer Art ſind die *Windſtöſse auf der See.* Fällt eine Wolke plötzlich in Geſtalt von Regen herab, ſo reiſst ſie eine Luftmaſſe mit fort, die reiſsend über die Waſſerfläche hinfährt, und ein Schiff plötzlich umwerfen oder entmaſten kann, daher der Seefahrer bei plötzlichen Regengüſſen ſehr aufmerkſam iſt, um durch das Einziehn der Segel dieſen Stöſsen zu entgehen. *d. H.*

das Waſſer im Herabfallen mit ſich fortführt. Läſst man nun dieſe Miſchung von Waſſer und Luft auf einen Haufen Steine *Q* auffallen, ſo trennen ſich beim Umherſtieben durch den Behälter *MN* Waſſer und Luft von einander; das Waſſer fällt zu Boden und flieſst durch mehrere Oeffnungen *T*, *V*, in einen tiefer liegenden Kanal ab; die Luft hingegen ſteigt, als das Leichtere, nach dem obern Theile des Behälters, und wird aus ihm in die Röhre *O* getrieben, aus der ſie in die Eſſe oder den Hohofen (*forge*,) bläſt.

Verſuch 25. Ich verfertigte ein ſolches künſtliches Blaſewerk im Kleinen, und gab dabei der Röhre *BD* 2 Zoll im Durchmeſſer und 4 Fuſs Höhe. Als das herabſtürzende Waſſer den Querſchnitt *BC* der Röhre ganz ausfüllte und alle Oeffnungen in den Seitenwänden der Röhre *BDEC* verſtopft waren, gab die Röhre *O* nicht den geringſten Luftſtrom.

Es iſt alſo offenbar, daſs der Wind, der entſteht, wenn die Oeffnungen der Röhre nicht verſtopft ſind, lediglich von der Atmoſphäre herrührt, und daſs eine Zerſetzung des Waſſers daran keinen Antheil habe. In der That läſst ſich das Waſſer durch bloſse mechaniſche Mittel, als Schlag und Stoſs, nicht in Gasarten zerſetzen. Fabri's und Dietrich's Meinung wäre alſo durch die obige Erfahrung als ungegründet widerlegt, und es bleiben uns nur noch die Umſtände zu unterſuchen übrig, unter welchen die gröſste Menge von Luft

in den Behälter MN getrieben wird, und dieſe Luftmenge zu meſſen.

Zur Beurtheilung der Umſtände, unter denen der ſtärkſte Wind entſteht, dient Folgendes:

1. Die Trennung der Waſſerkügelchen im herabſtürzenden Strahle geht, ſowohl nach vertikaler als nach horizontaler Richtung, ſchon in den obern Theilen des Waſſerſtrahls vor ſich. Um folglich von der beſchleunigenden Kraft der Schwere die gröſste Wirkung zu erhalten, muſs das Waſſer durch BC mit der kleinſten möglichen Geſchwindigkeit fallen, und daher die Waſſerhöhe FH nur gerade ſo groſs ſeyn, als nöthig iſt, den Schnitt BC voll Waſſer zu erhalten. Ich will annehmen, die ſenkrechte Geſchwindigkeit dieſer Schicht gehöre zu einer Fallhöhe, die dem Durchmeſſer BC gleich iſt.

2. Es iſt zwar noch durch keinen directen Verſuch bekannt, bis zu welcher Seitenentfernung ſich die Mittheilung der Bewegung zwiſchen Waſſer und Luft erſtreckt; doch werden wir ſicher annehmen können, daſs ſie ſich durch einen Querſchnitt verbreite, der noch einmahl ſo groſs als der Querſchnitt iſt, welchen das Waſſer beim Eintritte in die ſenkrechte Röhre einnimmt. Man nehme daher den Querſchnitt der Röhre noch einmahl ſo groſs, als den Querſchnitt des Waſſerſtrahls in BC; und damit dieſer ſich durch die ganze Weite der Röhre ausbreite, ſo befeſtige man in BC einige eiſerne Stangen oder ein Gitter, welches macht, daſs das Waſ-

ſer durch das ganze Innere der Röhre umherſpritzt.

3. Da ſich die Luft in der Röhre *O* mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit bewegen ſoll, ſo muſs man ſie in dem Behälter zuſammendrücken. Dieſe Zuſammendrückung iſt der Summe der Beſchleunigungen proportional, die man in dem untern Theile *KD* der Röhre vernichtet hat. Nimmt man *KD* gleich 5 Fuſs, ſo erhält die Luft in der Röhre *O* ſchon eine hinreichende Geſchwindigkeit. Dabei müſſen die Wände des Stücks *KD* und des Behälters *MN* von allen Seiten genau verſchloſſen ſeyn.

4. Die Seitenöffnungen in den übrigen Stücken *BK* der Röhre, beſonders in dem obern, müſſen ſo angeordnet und vervielfältigt werden, daſs die Luft einen ziemlich freien Zugang zu dem Innern der Röhre hat. Ich nehme ſie ſo an, das 0,1 Fuſs Waſſerhöhe hinreiche, um der Luft die Geſchwindigkeit einzudrücken, mit der ſie in die Oeffnungen eindringt.

Geſetzt, man habe alle dieſe Vorſchriften befolgt, und *BD* ſey eine cylindriſche Röhre; ſo fragt es ſich nun, *wie groſs die Luftmaſſe iſt, die ſich während einer gegebnen Zeit durch den Kreisſchnitt KL bewegt.* Es ſey $KD = 1{,}5$ Fuſs, $BC = BF = a$ Fuſs, und $BD = b$ Fuſs. Nach der allgemeinen Theorie des Falles ſchwerer Körper wird die Geſchwindigkeit in *KL* ſeyn $7{,}76\sqrt{(a + b - 1{,}4)}$,*)

*) Es iſt nämlich $v^2 = 4gs$, mithin in dieſem Falle $v = 2\sqrt{g}.\sqrt{(FB + BD - KD,)}$ wobei aber

und der Kreisschnitt KL ist gleich $0{,}785\ a^2$. *) Nimmt man nun an, die Luft habe in KL die nämliche Geschwindigkeit, wie das Wasser, so geht in 1 Sekunde durch den Schnitt KL an Luft und Wasser vermischt ein Volumen von $0{,}785 \cdot a^2 \times 7{,}76 \cdot \sqrt{(a+b-1{,}4)} = 6{,}1 \cdot a^2 \cdot \sqrt{(a+b-1{,}4)}$ Cubikfuss. Eigentlich müsste man die Höhe $(a+b-1{,}4)$ noch um die Fallhöhe verringern, welche der Geschwindigkeit entspricht, die das Wasser verliert, indem es einen Theil seiner Bewegung der immer erneuerten Seitenluft mittheilt; allein diese Fallhöhe ist so geringe, dass man sie bei dieser Brechung füglich vernachlässigen kann. Das Wasser, welches in der nämlichen Zeit, einer Sekunde, durch BC geht, ist $= 0{,}4\ a^2 \sqrt{(a+0{,}1.)}$ **) Folglich

Venturi KD nicht mit 1,5, sondern nur mit 1,4 Fuss in Rechnung bringt, wahrscheinlich wegen der Annahme 4. *d. H.*

*) Indem der Inhalt einer Kreisscheibe, deren Halbmesser r Schuh ist, πr^2 Quadratfuss beträgt. *d. H.*

**) Die Geschwindigkeit, die zur Fallhöhe $BF = a$ Fuss, (oder, wegen der 4ten Voraussetzung, $= a + 0{,}1$ Fuss,) gehört, ist $7{,}76 \sqrt{(a+0{,}1)}$ Fuss; und da der Querschnitt der Röhre $= 0{,}785 \cdot a^2$ Quadratfuss, noch einmahl so gross als der Querschnitt des Wasserstrahls in BC, nach Voraussetzung 2 seyn soll, so wäre dieser $0{,}4\ a^2$ Quadratfuss; mithin das Wasser, welches in 1 Sekunde durch BC geht, $= 0{,}4\ a^2 \times 7{,}76 \sqrt{(a^2+0{,}1)}$ Cubikfuss. Der zweite Zahlfactor fehlt mit Unrecht bei unserm Verfasser. *d. H.*

ist das Volumen Luft, das in einer Sekunde durch KL geht, $= 6{,}1\ a^2 \sqrt{(a + b - 1{,}4)} - 0{,}4\ a^2 \sqrt{(a + 0{,}1)}$ Kubikfuſs,*) und zwar ist die Luft von einer Dichtigkeit, wie sie dem jedesmahligen Drucke der Atmosphäre entspricht. Dieses Volumen ist jedoch für die Praxis ungefähr um ein Viertel zu vermindern: 1. wegen der Stöſse des zerstreuten Wassers wider die Seitenwände der Röhre, wodurch dieses einen Theil seiner Bewegung verliert; 2. weil die Luft in LK wohl schwerlich in allen ihren Theilen einerlei Geschwindigkeit mit dem Wasser erlangt.

Kann die Röhre O nicht die ganze Luftmasse abführen, die durch das Blasewerk herbeigeschafft wird, so muſs das Wasser XZ fallen und der Punkt K in der Röhre höher steigen. Folglich wird dann der Windstrom abnehmen, und ein Theil desselben durch die untern Seitenöffnungen der Röhre BK herausgehn.

Ich verweile mich nicht bei der Untersuchung der gröſsern oder geringern Vollkommenheit der verschiednen Formen von Blasewerken mit Wasser, wie man sie in manchen Schmiedewerken, besonders in Catalonien u. s. w., findet. Dieses läſst sich jedes Mahl leicht, nach den von uns festgesetzten Principien, beurtheilen.

*) Vielmehr $6{,}1 : a^2 \sqrt{(a + b - 1{,}4)} - 3{,}1 : a^2 . \sqrt{(a + 0{,}1)}$. d. H.

Neunter Satz.

Durch Hülfe des fallenden Waſſers läſst ſich, ohne Maſchinen, Waſſer aus einer Gegend ableiten, welche tiefer liegt, als der Kanal, der das fallende Waſſer abführt.

Ein Mittel, dieſes zu bewerkſtelligen, läſst ſich aus dem erſten Verſuche ableiten. *) Dort wurde das Waſſer aus dem Kaſten *DEFB*, (Band II, Taf. IX, Fig. 3,) durch eine Röhre herausgetrieben, deren Ende über der Oberfläche des Waſſers liegt, indem der Waſſerſtrahl, der durch die Röhre *AC* in den Kaſten hineindringt, das Waſſer des Behälters durch *MB* forttreibt.

Bei den künſtlichen Gefällen in den Mühlgerinnen pflegt das Waſſer in einem hölzernen parallelepipedariſchen Kaſten *DBCF*, (Taf. II, Fig. 3,) herabzuſchieſsen, der mitten im untern Abzugsgraben, im Niveau des Waſſerſtandes *FL*, liegt, ſo daſs das Waſſer im niedrigſten Punkte deſſelben, z. B. in *K*, ein oder zwei Fuſs tiefer ſteht, als die Oberfläche des Waſſers *FL* im Abzugsgraben. **) Das Waſſer in *F* ſtrebt zwar herabzuſinken und durch *FK* zurück zu flieſsen, allein der Strom reiſst

*) Annalen, B. 2, S. 424.

**) Schon andre haben dieſe Vertiefung in *K* unter dem Niveau des Abzugsgrabens bemerkt. Siehe Guiglielmini *della natura di Fiumi*, Cap. 7, Fig. 46; und Boſſut, art. 721.

es, durch ſeine Seitenwirkung, ununterbrochen mit fort, und verhindert es, nach *K* hinabzufließen. Bringt man eine Oeffnung *G* in den Seitenwänden des Gerinnes, etwas über dem Waſſerſtande in *K* an, und leitet dahinein das Waſſer aus einem Felde, welches etwas unter dem Niveau des untern Abzugsgrabens *FL* liegt, ſo wird auch dieſes Waſſer mit durch *KF* hinausgetrieben werden, und ſo läßt ſich auf eine ſehr einfache Art ein Feld entwäſſern, welches nur 1 oder 1½ Schuh unter dem Niveau eines ſolchen Abzugsgrabens liegt. Ich ſchlug einmahl mit einigen meiner Collegen, bei einer Commiſſion, die Anwendung dieſes Mittels in einem praktiſchen Falle vor; man nahm den Vorſchlag an, und es gelang ſehr wohl.

Das parallelepipedariſche Gerinne *DBFC* muß hierbei eine gewiſſe Strecke in den Abzugsgraben fortgeführt ſeyn, ſonſt könnte das Waſſer von *F* nach *K* zurückſinken und den Abfluſs aus *G* hindern. Die Müller kennen den Nutzen dieſer Verlängerung, und wiſſen aus Erfahrung, daſs dadurch, wenn der Strom wächſt, das Waſſer verhindert wird, nicht ſogleich in das Gerinne zurückzufließen, und ſo den Gang des hintern Rades zu hemmen. Aus dieſem Grunde machen ſie die Seitenbretter des Gerinnes ſo hoch, daſs der obere Rand *DF* in der höchſten Waſſerhöhe liegt, welche die Mühle verträgt. Bei einem Auftrage, den ich von der Stadt *Final* in dem Modeneſiſchen erhielt, einem Theile des Panaro einen veränderten Lauf zu geben,

wie

wie es das Bedürfniſs der Stadt erforderte, ſo benutzte ich dieſe Verlängerung des Gerinnes *DF* zugleich mit andern Mitteln, um bei dem neuen Kanale die Mühlen gehörig im Gange zu erhalten; und dieſes glückte mir nicht nur über alles Erwarten der Leute, ſondern noch mehr, als ich es ſelbſt gehofft hatte.

Zehnter Satz.

Die Wirbel in den Strömen entſtehn durch die Bewegung, welche die ſchneller ſtrömenden Waſſertheile den ruhigern zur Seite liegenden mittheilen.

Wenige Schriftſteller haben die Urſache und Wirkungen der Waſſerwirbel in den Flüſſen erklärt, und die es gethan haben, ſcheinen in dieſer Unterſuchung nicht glücklich geweſen zu ſeyn.

Das Waſſer, das ſich in dem Kanale *MNH*, (Fig. 4,) bewegt, ſtoſse an einer Seite auf ein Hinderniſs *BA*, ſo bildet es eine Furche, (*remou*,) und ſtrömt durch *AC* mit vermehrter Geſchwindigkeit, (*avec une viteſſe augmentée par la hauteur du rémou ſupérieur.*) Ruht das Waſſer unmittelbar hinter dem Hinderniſſe in *BDCA*, ſo theilt der Strom *AC* ſeine Bewegung den ruhenden Seitentheilchen *E* mit, (Satz 1,) und treibt ſie vorwärts. Nach den Geſetzen des Gleichgewichts flüſſiger Körper lieſsen ſogleich die Waſſertheilchen von *D* hinzu, um die dadurch entſtehende Höhlung auszufüllen, und dieſe Bewegung dauert immer fort, da der Strom *AC* die Seitentheilchen in *E* be-

ſtändig mit fortführt. Zugleich ſtrebt auch das Waſſer des Stroms zunächſt an *E*, aus denſelben Gründen, in die entſtehende Höhlung *E* hinabzudringen, wird mithin von zwei conſtanten Kräften, einer nach *AC*, der andern nach *E* zu, getrieben, und muſs deshalb in einer krummen Linie *CE* fortflieſsen. Iſt es in dieſer bis *D* gekommen, ſo geht es, vermöge des zuerſt angegebenen Grundes, wieder durch *DE* nach *E* zurück, und ſo dauert die wirbelnde Bewegung durch die krumme Linie *CDE* gleichförmig fort, ſo lange der Strom durch *AC* mit gleicher Geſchwindigkeit ſtrömt.

Wenn der Fluſs durch eine Verengung ſeines Bettes in *N* geht, ſo entſtehn von beiden Seiten Wirbel in *P* und *Q*, wie vorhin in *DC*. Wenn der Strom in *H* gegen das Ufer ſtöſst, und darauf ſeine Richtung verändert, wird durch die Seitenmittheilung der Bewegung ein Wirbel im Zurückprallungswinkel *R* gebildet. Auch wenn zwei Ströme von ungleicher Geſchwindigkeit ſchief gegen einander ſtoſsen, bringt der geſchwindere im langſamern Wirbel hervor.

Das Bette eines Fluſſes ſey von ungleicher Tiefe, wie in Fig. 5, welche einen Längenſchnitt des Stroms vorſtellt, und die Ungleichheiten des Grundes mögen überall einen allmähligen Abhang haben. Dann drückt das obere Waſſer ſeine Bewegung durch die Seitenmittheilung dem Waſſer am Grunde unter der Linie *AC* ein, und das Waſſer ſtrömt in der ganzen Tiefe des Querſchnitts *MB* fort. Der Strom am Grunde

wird indefs durch den Abhang BC aus ſeiner Richtung gebracht, und dringt in Q über die Oberfläche hervor, wo er zuweilen eine Waſſergarbe, eine Art von aufſteigendem Waſſerwirbel, bildet. Hat die Vertiefung in den beiden äuſserſten Enden einen jähen Abſturz wie in DE und FG, ſo bildet ſich auf dem Grunde ſelbſt ein ſenkrechter Wirbel in D, zuweilen auch in G, wie ſich das in einem Modelle mit gläſernen Wänden recht gut beobachten läſst.

Jeder Wirbel zerſtört einen Theil der lebenden Kraft im Strome eines Fluſſes, weil das Waſſer, welches in der krummen Linie CDE, (Fig. 4,) zurück, und zuletzt dem Strome entgegen flieſst, nur durch einen neuen Impuls die Richtung des Stroms wieder erhalten kann.

Daraus folgere ich *erſtens*, daſs, wenn in einem Fluſſe die Querſchnitte ſeines Bettes an verſchiedenen Orten ungleich ſind, der mittlere Waſſerſtand in ihm höher iſt, als er es ſeyn würde, wenn das ganze Flufsbette durchaus die Tiefe und Weite des kleinſten Querſchnitts hätte. Wir haben nämlich Satz 7, (Anm. II, 463,) geſehn, daſs bauchige Erweiterungen den Abfluſs einer Röhre verzögern; und gerade das geſchieht auch in einem ſolchen ungleichen Kanale. Figur 4 ſtelle einen ſolchen Kanal dar, der hinter M und N gerade ſo in der Tiefe als in der Weite zunimmt. Indem das Waſſer durch N in das verengte Becken PQ ſtrömt, vermehrt ſich zwar die Geſchwindigkeit deſſelben auf der Oberfläche dadurch, daſs beim Herabflieſsen in die Vertiefung

PQ die obere Waſſerfläche abhängig iſt, wodurch die Geſchwindigkeit auf der Oberfläche beſtimmt wird. Aber ſchon Guiglielmini bemerkt ſehr richtig, daſs ein Fall auf die Geſchwindigkeit in der Tiefe des Bettes keinen Einfluſs hat.

Anfangs dient die vergröſserte Geſchwindigkeit dazu, das Bette des Kanals in PQ zu erweitern und den Grund auszuhöhlen; alsdann aber bilden ſich daſelbſt Wirbel ſowohl an den Seiten, als im Grunde und auf der Oberfläche, und dieſe heben jene Geſchwindigkeit auf. Iſt die Geſchwindigkeit einmahl da, ſo würde es ganz vergeblich ſeyn, durch Uferbaue hindern zu wollen, daſs das Bette ſich nicht aushöhle und erweitere; was man dadurch bewirken würde, wäre, daſs das Becken ſich am Ende des Uferbaues aushöhlte.

Das Fluſsbette habe hinter einander mehrere Verengerungen und Erweiterungen M und N, ſo entſtehn hinter jeder Verengerung Wirbel, auch wenn ſich gerade kein Waſſerfall und kein Becken bildet, und es geht von der Geſchwindigkeit des Stromes mehr verloren, als wenn das Fluſsbette überall denſelben Querſchnitt ſo groſs als M und N hätte. Folglich muſs ſich die Oberfläche des Waſſers nach jeder Erweiterung heben, um dadurch die Geſchwindigkeit wieder zu erreichen, welche es durch die Wirbel verloren hat. Bezeichnen wir mit a den Ueberſchuſs dieſer Waſſerhöhe über den Waſſerſtand, der in einem Bette von gleichförmigem Querſchnitte hinreicht, alle Verzögerungen, die aus einem ſolchen Bette ent-

tehn könnten, zu überwinden; und ſetzen die Zahl der gleichgeſtalteten und mit gleichen Verengerungen abwechſelnden Erweiterungen gleich *m*; ſo wird der mittlere Waſſerſtand in dem ſo erweiterten Fluſsbette um *am* höher ſeyn, als in dem engern, gleichförmig weiten Fluſsbette. Hierbei ſetze ich voraus, daſs das Bette des Fluſſes unverändert bleibt. Iſt der Grund ſo beſchaffen, daſs die Gewalt des Stroms ſeine Geſtalt ändern kann, ſo wird ſich das Bette in den Verengerungen tiefer aushöhlen, und das Gerüll in den Vertiefungen abſetzen.

Die *zweite* Folgerung, die ich aus dem Verluſte der lebenden Kraft eines Stroms durch Wirbel ziehe, iſt in der Theorie der Flüſſe ziemlich wichtig, und ſcheint von den Schriftſtellern vernachläſſigt zu ſeyn. Das Reiben des Waſſers, längs der Ufer und über dem Boden der Flüſſe, iſt bei weitem nicht die einzige Urſache, welche den Strom verzögert, und, ſoll er gleichförmig bleiben, einen beſtändigen Fall nöthig macht. Eine der vorzüglichſten Urſachen dieſer Verzögerung ſind die Wirbel, die ſich nicht nur bei allen Erweiterungen des Fluſsbettes, ſowohl in der Tiefe als an den Ufern, ſondern auch bei den Krümmungen, und wenn Waſſeradern ſich mit verſchiedener Geſchwindigkeit durchkreuzen, immerfort bilden. So wird ein beträchtlicher Theil von der Geſchwindigkeit des Stroms verwandt, um in der Strömung ein Gleichgewicht herzuſtellen, welches ſie ſelbſt unaufhörlich ſtört.

Eilfter Satz.

Wenn Waſſer, das aus einem Gefäſse durch eine horizontale Oeffnung ausflieſst, noch in irgend eine andere Bewegung geſetzt wird, ſo bildet es ſenkrecht über der Oeffnung einen hohlen Wirbel.

Der Bürger Boſſut hat dieſe Art Wirbel ſehr gut beſchrieben. *) Sie unterſcheiden ſich zwar ihrer Natur nach von denen, die wir im vorigen Satze betrachtet haben, entſtehn aber doch aus einer analogen Urſache, und deshalb will ich hier von ihnen handeln.

Es ſey DC, (Fig. 6,) ein Horizontalſchnitt unweit der Oeffnung EF, durch welche das Waſſer aus dem Behälter MN ausflieſst. Das Waſſertheilchen D in dieſem Schnitte bewegt ſich nach DB, ſchief gegen die Achſe AB des Behälters, und dieſe Bewegung läſst ſich in zwei andere nach DC und nach CB zerlegen. Wir wollen ſetzen, der ganze Horizontalſchnitt DQ bewege ſich mit derſelben Geſchwindigkeit als das Theilchen D längs der Achſe CB, in paralleler Lage herunter, ſo kommt es nun darauf an, die Bewegung des Theilchens D nach DC, in der Ebene DQ zu beſtimmen, vermittelſt derer alle Waſſertheilchen im Schnitte DQ ein Beſtreben annehmen, ſich dem Mittelpunkte C des Horizontalſchnitts zu nähern.

*) *Hydrod.* Nro. 432.

Wird dieſen Waſſertheilchen eine zweite hori-
zontale Bewegung nach irgend einer von DC ver-
chiedenen Richtung eingedrückt, ſo müſſen, ſie
ch vermöge beider Kräfte um den Mittelpunkt C
es Schnitts, ſo bewegen, daſs die durchlaufenen
äume den Zeiten proportional ſind, und werden
aher, indem ſich alle dieſe Bewegungen in ein ge-
iſſes Gleichgewicht ſetzen, in einen kreisförmi-
n horizontalen Umlauf kommen. Wir wollen
tzen, das Waſſertheilchen D nähere ſich dabei
m Mittelpunkte C durch eine Art von Schnecken-
nie, wo der Halbmeſſer der Windung ſtetig ab-
mmt; v ſey die Geſchwindigkeit, womit es um-
uft, r die Entfernung deſſelben vom Mittelpunkte,
id t die Zeit eines Umlaufs. Weil ſich nun die
urchlaufenen Sectoren wie die Zeiten verhalten
üſſen, ſo hat man ungefähr $v = \frac{1}{r}$, $t = r^2$,
nd die Centrifugalkraft des Theilchens $D = \frac{1}{r^3}$.*)

*) Dieſe Ausdrücke ſind ſo zu verſtehn, daſs die Gröſsen in ihnen ungefähr einander proportional ſind, die Geſchwindigkeit des Theilchens D, ſo muſs, in ſo fern die Sectoren den Zeiten proportional ſind, die Geſchwindigkeit v in dem Verhältniſſe zunehmen, in welchem der Halbmeſſer r abnimmt, dieſem alſo verkehrt proportional ſeyn, das heiſst, es iſt $v = \frac{1}{r}$. Nun iſt bei einerlei Maſſe die Schwung- oder Centrifugalkraft proportional

Verfolgt man mit einiger Aufmerkſamkeit die Theilchen, die ſich auf der Oberfläche MN des trichterförmigen Behälters umherdrehen, ſo ſieht man, daſs bei dieſer Bewegung in der That die Umlaufszeiten t ſich wie r^2 verhalten, daher auch bei der Annäherung an den Mittelpunkt C die Centrifugalkraft wie $\frac{1}{r^3}$ wächſt. Bei dieſer ſo ſtarken Zunahme wird ſie endlich ſo anwachſen, daſs ſie die Centripetalkraft DC, welche durch den ſenkrechten Druck nach SD bewirkt wird, ganz aufhebt, und dann bildet ſich eine Höhlung $KRTHPV$, um welche ſich der Wirbel vermöge der Centrifugalkraft erhalten wird, die aus ſeiner Rotation entſteht.

Dreht ſich die kreisförmige Zone $DQPR$ um die Höhlung RP, nach dem angeführten Geſetze, ſo kommt es nun darauf an, die Centrifugalkraft der Waſſerader DR zu beſtimmen. Es ſei die Schwere, (Maſſe,) eines flüſſigen Theilchens $= M$, ferner $CR = a$, $RD = b$, $DX = z$, $XZ = dz$, und die Geſchwindigkeit dieſes Theilchens $D = v$, ſo iſt die Centrifugalkraft dieſes Theilchens D, verglichen mit der Kraft der Schwere als Krafteinheit, (wenn g = 181 Zoll,

$\frac{v^2}{2r}$, hier mithin proportional $\frac{1}{r^3}$. Und da die Umlaufszeiten gleich ſind $2\pi r : v$, ſo ſind ſie hier r^2 proportional. *d. H.*

ie Fallhöhe während der erſten Secunde beträgt,) leich $\frac{Mv^2}{2g(a+b)}$. Da ſie überdies der Gröſse $\frac{1}{r^3}$ proportional iſt, ſo iſt die Centrifugalkraft, elche das Partikelchen D in x hat, gleich $\frac{v^2(a+b)^2dz}{g(a+b-z)^3}$, und mithin die Centrifugalkraft r Waſſerader DX gleich $\frac{Mv^2(a+b)^2}{4g(a+b-z)^2}$ + onſt. und die der Waſſerader DR gleich $\frac{bMv^2}{4a^2g}$. $2a+b$). *) Und da bM die Schwere dieſer der iſt, ſo verhält ſich die Centrifugalkraft der- lben zu ihrer Schwere, wie $v^2(2a+b) : 4a^2g$.

*) Venturi's unnöthige Weitläufigkeit, dieſe Formeln darzuthun, glaubte ich im Texte verlaſſen zu müſſen. Den bekannten Lehren von der Schwungkraft zufolge iſt die Schwungkraft oder die Centrifugalkraft bei der Kreisbewegung, verglichen mit der Schwere als Krafteinheit, $\frac{Mv^2}{2rg}$. Da nun in D der Halbmeſſer r gleich $CD = (a+b)$ iſt, ſo iſt dort die Schwungkraft des Partikelchens D gleich $\frac{Mv^2}{2g(a+b)}$. In X iſt der Halbmeſſer $CX = (a+b-z)$. Nun iſt die Schwungkraft in unſerm Falle zugleich den Gröſsen $\frac{1}{r^3}$ proportional. Alſo verhält ſich $\frac{1}{(a+b)^3} : \frac{1}{(a+b-z)^3}$

Je mehr sich die Wasserzone $DRPQ$ der Oeffnung EF nähert, desto mehr nimmt der Druck nach SD zu, um desto mehr muss folglich auch die Centrifugalkraft der Zone vergrösert, folglich der Halbmesser der Höhlung RC verringert werden, damit die Centripetalkraft der Zone aufgehoben werde. Dies giebt Gründe an die Hand, woraus sich die krumme Linie, welche der senkrechte Schnitt des Trichters KRT bildet, bestimmen läst. Ich setze, der grösern Leichtigkeit halber, voraus, dass die Wände des Gefäses die nämliche Form MD, wie dieser Trichter, haben, so dass $DR = b$ eine constante Grösse sey. Ferner sey $MC = x$ und $CR = y$. Statt a in der vor-

$= \frac{Mv^2}{2g(a+b)} : \frac{Mv^2(a+b)^2}{2g(a+b-z)^3}$, und dieses letztere ist die Schwungkraft des Partikelchens D in X. Mithin ist die Schwungkraft des Elements dz gleich $\frac{Mv^2(a+b)^2 dz}{2g(a+b-z)^3}$, und die Schwungkraft der ganzen Wasserader z gleich dem Integral dieses Ausdrucks, d. h., gleich $\frac{Mv^2(a+b)^2}{4g(a+b-z)^2} +$ *Const.*, worin, da für $z = 0$ auch das Integral 0 ist, $Const. = \frac{-Mv^2}{4g}$ ist. Setzt man also $z = b$, so findet sich die Centrifugalkraft der ganzen Wasserader DR gleich $\frac{Mv^2}{4g}\left(\frac{(a+b)^2-(a+b-z)^2}{(a+b-z)^2}\right)$

$= \frac{bMv^2}{4a^2g}(2a+b)$ d. H.

hergehenden Formel y geſetzt, verhält ſich, wie vorhin dargethan iſt,

der Waſſerader DR : Waſſerader DR
Centrifugalkraft : Schwere
$= v^2(2y + b) : 4y^2g$

zugleich verhält ſich aber auch

der Waſſerader DR : Waſſerader SD
Schwere : Druck
$= b : x$

folglich, wenn man beide Proportionen zuſammenſetzt,

der Waſſerader DR : Waſſerader SD
Centrifugalkraft : Druck
$= bv^2(2y + b) : 4xy^2g$

Und dieſe Gröſsen müſſen gleich ſeyn, wofern Gleichgewicht vorhanden ſeyn ſoll. *) Mithin iſt $xy^2 - \frac{bv^2y}{2g} - \frac{b^2v^2}{4g} = 0$ die Gleichung der krummen Linie KRT, und dieſe iſt alſo die 64ſte von den Linien der dritten Ordnung bei Newton. Sie iſt nach der Achſe zu convex und hat zwei Aſymptoten, wovon die eine die Achſe AT

*) Denn der Seitendruck, den ein Waſſertheilchen leidet, iſt der darüber ſtehenden Waſſerhöhe im Gefäſse proportional. Soll alſo die Centrifugalkraft jeder Waſſerader DR ihrer Centripetralkraft gleich ſeyn, ſo muſs auch $bv^2(2y + b) = 4xy^2g$ ſeyn.
d. H.

ist, und die andere durch die beiden unendlich entfernten Punkte M, N geht.

Wenn die Voraussetzungen bei dieser Theorie nicht ganz mit der Natur zusammen stimmen, so kommen sie ihr doch sehr nahe, und ein solcher Wirbel, dessen Höhlung die convexe Seite der Achse zukehrt, und worin sehr nahe $t = r^2$ ist, ist nicht blos möglich, sondern auch wirklich in der Erfahrung vorhanden.

Versuch 26. Man öffne die Mündung EF und drücke dem Wasser des Behältnisses irgend eine Bewegung, unabhängig von der, ein, welche die Schwere und der Druck der herumgehenden Theilchen demselben zu geben streben, so fängt allemahl das Wirbeln in den Theilen an, welche dem Boden am nächsten sind, und geschieht hier mit der grösten Geschwindigkeit. Die Bewegung nach DB ist nämlich in den Theilen, die der Mündung EF näher liegen, stärker convergirend und geschwinder, *) daher die Centripetalkraft DC hier ihre Wirkung eher als in den obern Theilen hervorbringt. Diese fallen in den Trichter, der sich unten zu bilden anfängt, und bekommen dadurch selbst eine Centripetalkraft, worauf sich der Trichter bis zu einer Höhe öffnet, die weit grösser ist, als die, wo man die Convergenz der Wasseradern

*) Bernoulli *Hydrod.*, Sect. 4, §. 3. Bossut, Art. 427.

gegen die Mündung *EF* in einem ziemlich ruhigen Waſſer bemerkt.

Verſuch 27. Man lege auf die Oberfläche des Waſſers irgend einen ſchwimmenden Körper, der breit genug iſt, um daſelbſt die Bildung des Trichters zu verhindern. Wird das Waſſer ſtark bewegt, ſo entſteht dann der Trichter im untern Theile, und die Luft geht in denſelben durch die Oeffnung *EF* hinein. Folglich iſt der Druck der Atmoſphäre auf die obere Waſſerfläche nicht der Grund der Höhlung und des Trichters; die Luft dringt nur hinein, weil ſie die Höhlung durch die Centrifugalkraft gebildet vorfindet.

Verſuch 28. Wenn das Waſſer ruhig und ohne kreisförmige Umdrehungen bleibt, ſo leert ſich das Gefäſs in 40″ aus; wird es in kreisförmige Umdrehungen geſetzt, ſo erfolgt die Ausleerung in ungefähr 50″. Man kann alſo nicht unbeſtimmt ſagen, daſs der Waſſerwirbel die Materien durch die Oeffnung *EF* mit mehr Kraft, als wenn es keinen Wirbel gegeben hätte, hindurchtreibt und fortzieht.

Verſuch 29. Man gieſse über das Waſſer im Gefäſse eine Lage Oehl. Sobald der Trichter ſich bildet, ſinkt das Oehl hinein und geht vor dem gröſsern Theile des darunter ſtehenden Waſſers heraus. Die Oehltheile nehmen weniger Theil an der Rotation des untern Waſſers. Da ſie weniger dicht ſind, ſo entfernen ſie ſich auch von der Achſe

die glühende Kohle, die man davor hält. Ma daher keinen Grund, zu ſchlieſsen, daſs es der ſerdampf ſey, der, indem er ſich hierbei zer die Glut anfacht, und das Verbrennen der K befördert. *)

Eben ſo iſt es bekannt, daſs die Geſtalt Schornſteins auf das Aufſteigen des Rauchs und ſen Beſchleunigung Einfluſs hat, und ich ſelbſt im VIIten Satze darüber Regeln aufgeſtellt.

In den Orgelpfeifen beſtreicht die Luft, di der Oeffnung der Pfeife herausgeht, das Ende in der Röhre eingeſchloſsnen Luftſäule, von der S der Länge nach. Es verhält ſich dabei alles u fähr wie bei einer elaſtiſchen Feile, die auf e elaſtiſchen Oberfläche reibt. Iſt gleich die I ſäule flüſſig, ſo hängen doch auch in ihr die Tl ſo zuſammen, daſs die Zitterungen, (*trém ments*,) die in der geriebenen Stelle erregt wer

*) Daſs hierin bloſs die zuſtrömende atmoſphäri Luft wirkt, und nicht eine Zerſetzung des Wa dampfs aus der Aeolipila, beweiſt eine Erfahr des Dr. Lewis, (*Philoſoph. Commerce of* p. 21,) der bemerkte, daſs der Dampfſtrahl der Aeolipila ſtets ſein Feuer auslöſchte, wenn nicht durch atmoſphäriſche Luft ging. Zwar ſetzt allerdings die glühende Kohle das Wa allein bei der Erzeugung des Waſſerſtoffgas der Kohlenſäure wird ſo viel Wärmeſtoff gebun daſs ſchon deshalb die Kohle verlöſchen müſste. a

ſich bald ſeitwärts der Luftſäule in ihrer ganzen Dicke mittheilen. Dadurch kommt dieſe in Schwingungen, welche unter ſich und mit der Geſchwindigkeit des reibenden Windes im Gleichgewichte ſind, wobei ſich, wenn es nöthig iſt, die Luftſäule ihrer Länge nach in verſchiedne Schwingungsknoten eintheilt. *) Durch wiederhohlten Anſtoſs, (coups,) bringt der Wind, der aus der Oeffnung der Pfeife herausgeht, die eingeſchloſſene Luftſäule in gröſsere Schwingungen, als in die ſie nach den Geſetzen des Stoſses und der Seitenmittheilung der Bewegung durch eine einzige Impulſion gerathen müſste. In dem Schnarrregiſter und bei ähnlichen Inſtrumenten wirkt die Urſache, welche die Schwingungen erregt, auf die Luft in der Pfeife nicht blos längs der Seite derſelben; ſondern ſie trifft ſie geradezu in der Mitte, und dadurch theilt ſie ihre Schwingungen der ganzen Luftmaſſe um ſo beſſer mit. **)

*) *Mémoires de l'Acad.*, an. 1762, p. 431.

**) Was die Töne der Orgelpfeifen betrifft, ſo giebt Herr Chladni in ſeiner intereſſanten Abhandlung *über die Longitudinal-Schwingungen der Saiten und Stäbe*, Erfurt 1796, 14 S., folgende der Natur der Sache beſſer entſprechende Erklärung.

„Auch die Töne einer Pfeife gehören unter die *Longitudinal-Schwingungen*. Meines Wiſſens hat noch niemand etwas Beſſeres darüber geſagt, als Daniel Bernoulli, in ſeiner *Théorie des tons de*

Unter übrigens gleichen Bedingungen hängt di Stärke des Tons, der ſich aus der Pfeife durch di Atmoſphäre fortpflanzt, von der Gröſse der Luft

l'Orgue, in den Schriften der Pariſer Akademi der Wiſſenſchaften, und Lambert, in einer Ab handlung *ſur les tons des flutes*, in den *Nouvelles Mémoires der Berliner Akademie*, 1775, auch Euler in den *Nov. Comm. Acad. Petrop.*, t. 16. Nicht di Pfeife oder Röhre iſt der klingende Körper, ſon dern die darin eingeſchloſsne und von der übrigen Luftmaſſe dadurch abgeſonderte Luftſäule, welche durch Blaſen genöthigt wird, ſich eben ſo, wie ein elaſtiſcher Stab, nach der Richtung der Länge auszudehnen und zuſammenzuziehen, oder ſich in Theile eintheilt, die ſich auf dieſe Art bewegen, und dieſe Schwingungen werden von der umgeben den Luft fortgepflanzt. Dabei ſind die Folgen von Tönen dieſelben, wie bei den longitudinalen Bewegungsarten der Stäbe. Die höhern Töne laſſen ſich am leichteſten in verhältnismäſsig engen Pfeifen, durch ein ſtärkeres und etwas verſchiednes Anblaſen, hervorbringen. In *offnen Pfeifen* finden ganz die Bewegungen und Tonverhältniſſe ſtatt, wie bei den Longitudinal-Schwingungen eines an beiden Enden freien Stabes; in *gedeckten* Pfeifen, (d. i. deren eines Ende verſchloſſen iſt,) wie an Stäben, deren eines Ende befeſtigt iſt. Wenn man Mittel hätte, in einer an beiden Enden verſchloſsnen Röhre die Luft in eine ſolche zitternde Bewegung zu verſetzen; ſo würde die Tonfolge die nämliche ſeyn, als wenn die Röhre an beiden Enden offen wäre, welches ſchon Bernoulli bemerkt hat, und die Bewegungen

hicht am äuſserſten Ende der Röhre, und von der eite der Schwingungen dieſer Schicht ab. Sie es, welche gegen die Atmoſphäre ſchlägt und

dieſelben, wie bei den Longitudinal-Schwingungen eines an beiden Enden befeſtigten Stabes.

Auch die Töne, welche man durch Brennen des Waſſerſtoffgas in einer gläſernen oder andern Röhre erhält, (die ſogenannte *brennende Harmonika*,) ſind nichts anderes als Pfeifentöne. Durch die Flamme und die Strömung der ſich entwickelnden entzündbaren Luft wird die in der Röhre befindliche Luftſäule, eben ſo wie durch Anblaſen, in eine longitudinale zitternde Bewegung verſetzt, und die Töne ſind ganz die nämlichen, als wenn man ſie hineinbläſt. Sie richten ſich auch ganz nach denſelben Naturgeſetzen, wie andre Pfeifentöne, wie ich in einem Aufſatze in den Schriften der Berliner Geſellſchaft naturforſchender Freunde ausführlich gezeigt habe.

Die Fortleitung des Schalles durch die Luft, und die Schwingungen der Luft in einer Pfeife, beruhen indeſs auf einerlei Geſetzen, wie ſich das unter andern ſchon daraus erſehn läſst, daſs die Geſchwindigkeit der Schwingungen in der Pfeife, bei übrigens gleichen Umſtänden, gar nicht von der Weite, bloſs von der Länge der Pfeife abhängt, und folglich gar nicht verändert wird, wenn man die Seitenwände der Pfeife unbeſtimmt erweitert, oder ſie ganz wegnimmt und der freien Luft überall den Zutritt verſtattet.“ *d. H.*

ſie in Pulſationen bringt. *) Aus dieſem Grunde geben die kegelförmigen divergirenden Röhren einen ſtärkern Ton, als die cylindriſchen, und dieſe wiederum einen ſtärkern als die ſpindelförmigen Pfeifen, (*tuyaux à fuſeau*,) und die Orgelpfeifen mit einem länglichen Deckel, (*tuyaux à cheminée*.) Die erſte Urſache des Tons, die im Mundloche der Pfeife wirkt, würde allein in der Atmoſphäre nie ſo ſtarke Pulſationen erzeugen, weil ſie ſie vermöge der Seitenmittheilung in einer kegelförmigen divergirenden Röhre hervorbringt. Man wird der Erklärung dieſes Phänomens beiſtimmen, wenn man folgendes bemerkt: 1. In einer Reihe an einander ſtoſsender elaſtiſcher Körper, deren Maſſen nach einer beſtimmten Progreſſion wachſen, ertheilt der erſte dem letzten durch die Zwiſchenwirkung der übrigen eine gröſsere Geſchwindigkeit, als er ihn durch den unmittelbaren Stoſs würde mitgetheilt haben. 2. Die in der Röhre erregten Schwingungen haben eine gewiſſe Permanenz, die ſie fähig macht, durch die vereinigte Wirkung der auf einander folgenden Impulſionen an Stärke zuzunehmen, indeſs in der freien Atmoſphäre jede Pulſation überhingehen und iſolirt iſt.

Sollte nicht auch die Verſtärkung des Tons in den Sprachröhren zum Theil der nämlichen Urſache der Seitenmittheilung der Bewegung, und nicht

*) Man weiſs, daſs die Materie, aus der die Wände der Röhre beſtehen, keinen merklichen Einfluſs auf ihren Ton hat. *V.*

bloſs der Reflexion der ſonoriſchen Linien mittelſt der Wände des Sprachrohrs zuzuſchreiben ſeyn?

Ich nenne diejenigen Schwingungen, die ſich in einer Röhre, wenn man darin den Ton erregt, erzeugen, *wiedertönende, (réſonnantes,)* diejenigen hingegen, welche den Ton in der Atmoſphäre fortpflanzen, *Pulſationen* oder *fortgepflanzte Schwingungen.* Ich habe ſchon einen Unterſchied angezeigt, der mir zwiſchen dieſen beiden Arten von Schwingungen Statt zu finden ſcheint; die erſtern haben nämlich eine gewiſſe Permanenz, und hängen ſo unter einander zuſammen, daſs die vorhergehende die nachfolgende erregt, erhält und verſtärkt, indeſs die Pulſationen, die in der Atmoſphäre bei wiederhohlter Wirkung des tönenden Körpers auf einander folgen, iſolirt und von einander unabhängig ſind. Doch iſt folgende Verſchiedenheit unter dieſen beiden Arten von Schwingungen noch merkwürdiger.

Die Erfahrung lehrt, daſs, wenn am äuſsersten Ende der Röhre *ABC*, (Fig. 7,) in der Luftſchicht *BC* eine wiedertönende Schwingung vorgeht, dieſe der Mittelpunkt von Pulſationen wird, die ſich rings umher nach *PSQ* fortpflanzen. Denn wohin wir uns auch ſeitwärts, nach *P* oder *Q* zu, ſtellen, immer hören wir den Ton der Röhre *ABC* beinahe eben ſo ſtark, als in *S*. Fehlt dagegen die Röhre, und iſt die Schwingung in *CB* eine bloſse *Pulſation*, die ſich durch die freie Atmoſphäre von *A* nach *B* fortgepflanzt hat; ſo pflanzt ſich in dieſem

Falle die Pulsation nicht seitwärts und voll
bis nach P und Q fort, wie die wiederto
Schwingung, sondern hält sich beinahe gänz
den Grenzen BZ und Cr mit einer Diverge
15 bis 20 Graden. Dieses Factum ist zwar vo
rern Physikern bestritten worden, läfst sicl
nicht mehr in Zweifel ziehn, seitdem ausg
ist, dafs man das Echo, welches von einer
erzeugt wird, nur hört, wenn man sich
Reflexions-Linie des Tons, oder nicht weit
stellt. *) Würde die Pulsation des Echo's ru
her vor der reflectirenden Fläche, wie um
Mittelpunkt fortgepflanzt, müfste man dan
das Echo in jeder beliebigen Stelle vor die
che hören? Man mufs folglich für die tö
Pulsationen, die in der Atmosphäre fortg
werden, dieselben Ausnahmen und Grenzen
Seitenmittheilung der Bewegung annehmen,
in dem ersten und in dem fünften Satze in I
des Wassers festsetzten.

*) Lambert, *Mémoires de Berlin*, an. 1763,

II.

VERSUCHE über die Fortpflanzung des Schalles durch feste und flüssige Körper, und über die Resonanz musikalischer Instrumente,

von

PEROLLE,
Professor der Medicin zu Toulouse. *)

1. Fortpflanzung des Schalles durch feste und flüssige Körper.

Nachdem man die Fortpflanzung des Schalles durch Wasser, **) durch Luft von verschiednen Graden der Dichtigkeit ***) und durch mehrere Gasarten ****) untersucht hatte, so schien mir noch eine beträchtliche Ernte von Thatsachen zur physikalischen Kenntniss des Schalles übrig zu seyn, wenn

*) Aus den *Mémoires de l'Acad. Roy. de Turin*, t. 5, A. 1790, 91.

**) Nollet *Mémoires de l'Acad. Roy. de Paris*, 1743.

***) Muschenbroek *Introd.* etc., n. 1442. Nollet *Leçons de Physique*, t. 3, p. 355.

****) Priestley's *Experiments and Observations* etc., und meine in den *Mémoires de Turin*, t. 3, 1786, 87, mitgetheilten Versuche.

man den Schall durch eine Menge fester und flüssiger Körper verschiedner Art durchführte und ihre Wirkung dabei vergliche. Dieser Gedanke leitete mich bei der Reihe von Versuchen, von denen ich hier Rechenschaft ablege, und die ich im zweiten Theile dieser Abhandlung benützen werde, um daraus die Ursache der Resonanz der Körper zu erklären.

Da alle Versuche zuletzt auf der folgenden Erfahrung beruhen, so verdient sie vorzügliche Aufmerksamkeit.

Experiment 1. Man verstopfe die Ohren mit gekautem oder zermalmtem Papiere, hänge eine Taschenuhr an einen Haken auf, und halte das Ohr bis auf zwei Linien dicht an die Uhr, so wird man ihren Schlag nicht hören. Darauf nehme man einen festen Körper, z. B. einen cylindrischen hölzernen Stab, 1 oder 1½ Fuss lang und 1 oder 2 Linien dick, halte das eine Ende desselben an die Uhr und das andere Ende an einen der zahlreichen Theile des Kopfs, welche den Schall beim Berühren fortpflanzen, *) z. B. an den knorpligen Theil des Ohrs; so wird man den Schall weit besser hö

*) Fast jeder Theil des Kopfs pflanzt den Schall fort, wenn ihn der schallende Körper unmittelbar berührt; wie man das leicht mit einer Uhr bei verstopften Ohren versuchen kann. Siehe meine *Dissert. anat.* und meine *Recherches sur l'Organe de l'Ouï et la propr. des sons*, im *Journal de Physique* 1773, t. 2.

ren, als wenn man den ſchallenden Körper in der Luft, dicht vor offne Ohren gehangen hätte.

Da der Schall im erſten Falle zwei Linien von der Uhr gar nicht, im zweiten Falle hingegen in weit gröſserer Entfernung ſehr ſtark gehört wurde; ſo iſt es klar, daſs der hölzerne Stab den Schall beſſer fortpflanzte als die atmoſphäriſche Luft. — Zugleich überſieht man, daſs, um das Vermögen verſchiedner feſter Körper, den Schall fortzupflanzen, mit einander zu vergleichen, nichts weiter nöthig iſt, als ſich cylindriſche Stäbe von derſelben Länge und Weite als jenen hölzernen, aus dieſen Materien anzuſchaffen, und mit ihnen dieſen Verſuch zu wiederhohlen. Das geſchah bei folgenden Experimenten.

Experiment 2. Als ich den Verſuch mit cylindriſchen Stäben, 1 Fuſs lang und 1 Zoll dick, aus verſchiednen *Holzarten*, anſtellte, lieſsen ſie insgeſammt den Schall ſehr gut hindurch. Aber bei jedem neuen Stabe ſchien ſich die Art des Tons, (*le timbre du ſon*,) und auch die Intenſion des Schalles zu ändern. Es fehlt an einem Mittel, die Unterſchiede in der Art des Tons, (*timbre*,) zu beſtimmen. Die Stärke oder Intenſion des Schalles ſchien dagegen in folgender Ordnung abzunehmen, von der erſtern Holzart an, die ihn mit der gröſsten Lebhaftigkeit fortpflanzte: Weiſs-Tanne, Braſilienholz, Buxbaum, Eiche, Kirſchbaum, Kaſtanie.

Experiment 3. Ich nahm darauf *metallne Cylinder* von derſelben Gröſse. Sie pflanzten den Schall ſchlechter als die hölzernen fort, auch war die Art des Tons anders, ſo wie dieſer auch in verſchiednen Metallen verſchieden ſchien. Die Intenſion, mit der ſie den Schall fortpflanzten, nahm in folgender Ordnung ab: Eiſen, Kupfer, Silber, Gold, Zinn, Blei.

Experiment 4. Ich hing meine Uhr hinter einander an Schnüre von *Seide*, von *Wolle*, von *Hanf*, von *Flachs*, von *Haar* und von *Darm* auf, die ungefähr eben ſo dick, und völlig ſo lang als die vorigen feſten Cylinder waren, und hielt das andere Ende der Schnur mit der Hand an den Knorpel des Ohrs. Die vom Gewichte der Uhr ausgedehnten Schnüre pflanzten den Schall mit geringerer Stärke als die feſten Körper fort, und veränderten ihn auf eine merkwürdige Art. Die Art des Tons ſchien in jeder Schnur verſchieden zu ſeyn, und die Intenſion des Schalles nahm folgender Maſsen ab: Darm, Haar, Seide, Hanf, Flachs, Wolle, Baumwolle.

Aus allen dieſen Verſuchen folgt: 1. daſs harte Körper und angeſpannte Schnüre den Schall weit beſſer als die atmoſphäriſche Luft durch ſich hindurch laſſen. 2. Daſs jedes dieſer Mittel ihn auf eine eigenthümliche Art hindurch läſst, ſo daſs die Art und die Intenſität des Schalles bei keinem ſo wie bei den andern ſind, ſo weit ſich darüber aus Verſuchen urtheilen läſst, die nicht immer ganz entſchei-

dende Reſultate geben. *) 3. Daſs Holz den Schall am beſten hindurchläſst, Metall mit einer geringern Stärke, und die geſpannten Schnüre mit noch minderer.

Experiment 5. Ich lieſs ferner den Schall durch Stücke von *Zink*, *Antimonium*, *Glas*, *Salz*, *Edelſtein*, *Gyps*, trocknem *Thon* und *Marmor* gehn. Da ich aber dieſen verſchiednen Materien nicht einerlei Form geben konnte, ſo lieſs ſich ihr Vermögen, den Schall hindurch zu laſſen, nicht mit Sicherheit beſtimmen. Nur ſo viel war offenbar, daſs ſie alle beſſer, als die atmoſphäriſche Luft, den Schall fortpflanzen, und daſs ihn jede dieſer Materien auf eine eigenthümliche Art verändert. Der Marmor zeichnete ſich durch die Schwäche des Schalles aus, der durch ihn hindurchgeht; zwei Stücke deſſelben von verſchiedner Geſtalt pflanzten ihn beide auf eine kaum merkliche Art fort.

Da ich meine akuſtiſchen Verſuche mit *luftförmigen Stoffen* ſchon früher bekannt gemacht habe, **) ſo ſind hier nur noch die mit *tropfbaren Flüſſigkeiten* zu erwähnen. Sie erforderten ein anderes Verfahren.

*) Dergleichen ſind beſonders die Verſuche mit den Holzſtäben und den geſpannten Schnüren.

**) *Mémoires de l'Acad. Roy. de Turin*, t. 3, 1786, 87. Das Reſultat derſelben findet man in Abhandl. IV. dieſes Stücks. *d. H.*

Experiment 6. Ich verwahrte alle Fugen Gehäuſe meiner Uhr mit weichem Wachſe, hin mittelſt eines Fadens Seide an einen Haken auf, in der Wand befeſtigt war, ſo daſs ſie in ein 5 7 weites und 7 Zoll hohes Glas hinabreichte, o doch daſſelbe zu berühren, und merkte mir die des Tons und die Entfernung, bis auf welche den Schlag der Uhr hörte. Darauf goſs ich in Glas, um die Uhr her, *Waſſer*. Dieſes änderte Art des Tons, (*timbre*,) auf eine angenehme W ſe, und der Schall wurde dabei ſo lebhaft fort pflanzt, daſs es einem vorkam, als würden G und Tiſch, (der in einiger Entfernung von Wand ſtand,) unmittelbar von einem feſten K per geſchlagen. Noch mehr gerieth ich aber durch in Verwunderung, daſs bei allen dieſen B wegungen das Fluidum, in welchem die Uhr hi vollkommen in Ruhe blieb, und daſs deſſen Ob fläche nicht in die mindeſte Bewegung gerieth.

Als ich ſtatt des Waſſers andre Flüſſigkeiten das Glas goſs, zeigten ſich im Ganzen die näm chen Erſcheinungen. Nur modificirte jedes M dium den Schall anders. Er hörte auf bemerkl zu ſeyn, in einer Entfernung von der Uhr: in *moſphäriſcher Luft* bei 8 Fuſs, in *Waſſer* bei 20 Fu in *Olivenöhl* bei 16, in *Terpenthinöhl* bei 14 u in *Weingeiſt* bei 21 Fuſs Entfernung von der U Und nach dieſen Entfernungen richtet ſich die tenſität, mit welcher der Schall durch die Flüſ keiten fortgepflanzt wird. Als ich dieſe Verſuc

wiederhohlte, fielen die Entfernungen etwas anders aus, welches entweder im Organ des Gehörs oder in zufälligem Geräuſche liegen mochte.

Aus den Verſuchen mit tropfbaren Flüſſigkeiten folgt: 1. Daſs ſie, gleich den feſten Körpern, beſſer als die Luft den Schall durch ſich hindurch laſſen, und daſs ſelbſt die fetten Oehle hierin keine Ausnahme machen, wie Morhof wähnte. 2. Daſs jedes Fluidum den Schall auf eine eigenthümliche Art abändert. 3. Wenn die Phyſiker behaupten, der Schall werde durch die Luft mittelſt Schwingungen fortgepflanzt, die nur die Durchſichtigkeit dieſes Mittels uns wahrzunehmen verhindert; ſo wird das durch meine Verſuche ſehr zweifelhaft, da in den ſichtbaren Flüſſigkeiten, ungeachtet ſie den Schall durch ſich hindurch laſſen, doch keine Bewegung erfolgt.

Endlich zeigen alle meine Verſuche zuſammen genommen, daſs jedes Medium, feſtes ſowohl als tropfbar- oder elaſtiſch-flüſſiges, die Art des Tons, (*le timbre*,) und die Stärke des Schalles auf eine eigenthümliche Weiſe abändern; oder, mit andern Worten, *daſs einerlei Schall ſich, ſo oft er durch ein andres Mittel geht, verändert.*

2. *Die Reſonanz muſikaliſcher Inſtrumente.*

Es iſt jedermann bekannt, daſs der Schlag einer Uhr viel ſtärker gehört wird, wenn man ſie auf einen Tiſch legt, als wenn man ſie trägt oder auf-

hängt. Nicht minder kennt man den grofsen Unterfchied in dem Schalle einer Stimmgabel, je nachdem fie im Freien fchwingt, oder ihr Stiel an einen feften Körper von grofser Oberfläche angedrückt wird. Da die vorigen Verfuche mich darauf führten, die Zunahme in der Stärke und den harmonifchen Klang in diefen beiden Fällen in der Eigenfchaft des Holzes zu fuchen, dafs es beffer als die Luft den Schall fortpflanzte und den Ton deffelben abändert; fo faffte ich den Entfchlufs, hierüber eine Reihe von entfcheidenden Verfuchen anzuftellen.

Der fo grofse Unterfchied im Vermögen, den Schall fortzupflanzen, den ich beim Holze und beim Marmor wahrgenommen hatte, fchien mir vorzüglich geeignet zu feyn, um über diefe wichtige Frage Licht zu verbreiten, und ich ftellte zu dem Ende folgende Verfuche an:

Experiment 1. Ich ftemmte die fchwingende Stimmgabel gegen eine hölzerne Tifchplatte, und als fie aufgehört hatte zu tönen, legte ich meine Uhr auf denfelben Tifch. Der Schall beider nahm in gleichem Verhältniffe zu. — Darauf legte ich eine Marmorplatte von derfelben Gröfse und Geftalt auf das Fufsgeftell des Tifches, und brachte die Stimmgabel und die Uhr, gerade wie vorhin, auf diefe Platte. Der Klang der erftern wurde verftärkt, doch fehr viel weniger, als bei der Holztafel. Der Schall der Uhr wurde kaum merkbar verftärkt.

Obgleich dieſer Verſuch meine Vermuthung ſchon ſehr beſtätigte, ſo ſuchte ich ſie doch noch auf andere Art zu prüfen.

Experiment 2. Ich legte die Uhr auf den hölzernen Tiſch, verſtopfte die Ohren mit gekautem Papiére, und näherte mich der Uhr bis auf wenige Linien, ohne daſs ich ihren Schlag hätte hören können. Darauf nahm ich einen der Holzſtäbe, deren ich mich bei den vorigen Verſuchen bedient hatte, ſetzte das eine Ende deſſelben an das Ohr, das andere an den Tiſch; und ſogleich hörte ich den Schlag der Uhr ausnehmend ſtark. Ich mochte den Stab auffetzen, an welchen Theil des Tiſches ich wollte, ſelbſt an die Füſse, immer hörte ich den Schlag deutlich.

Darauf wiederhohlte ich dieſen Verſuch auf der marmornen Tiſchplatte. Der Schlag der Uhr wurde nur ſehr undeutlich und unvollkommen gehört, und zwar nur, wenn ich den hölzernen Stab nicht weit von der Uhr auffetzte. — Mit der Stimmgabel liefs ſich dieſer Verſuch nicht anſtellen, weil ich die Ohren nicht feſt genug verſtopfen konnte, daſs ich nicht ihren Ton noch gehört hätte.

Um meine Vermuthung ganz auſser Streit zu ſetzen, hätte ich dieſe Verſuche auf Tiſchplatten aus allen den Materien, deren ich mich in der ersten Reihe von Verſuchen bedient hatte, anſtellen laſſen, um zu zeigen, daſs die Reſonanz ſich allgemein nach dem Vermögen der Körper, den Schall fortzupflanzen, richtet. Allein die Schwierigkei-

ten, die mir hierbei aufſtieſsen, beſtimmten mich, meine Verſuche darauf einzuſchränken, ob nicht die Reſonanz ſich nach Maaſsgabe der Verſchiedenheit der Körper eben ſo wohl ändert, als das Vermögen, den Schall hindurch zu laſſen.

Experiment 3. Ich ſetzte daher die Stimmgabel hinter einander auf Platten von *irdener Waare, Porzellan* und *Glas*, auf dünne iſolirte *Kupferplatten* und auf *Eiſenblech*. Der Schall wurde durch alle dieſe Körper verſtärkt, und die Art des Tons ſchien bei jedem anders zu ſeyn.

Ferner ſetzte ich erſt die Stimmgabel und nachher die Uhr auf verſchiedene *muſikaliſche Inſtrumente*, Contrabaſs, Violine, Mandoline, Guitarre, Harpſichord und Horn. In beiden Fällen wurde der Schall verhältniſsmäſsig verſtärkt. Und zwar ſchien er bei den muſikaliſchen Inſtrumenten ſtärker und melodiſcher, als bei irgend einem der andern Körper zu werden. Die Intenſion des Tons ſchien dem Volumen des Inſtruments proportional zu ſeyn.

Aus dieſen Verſuchen folgt: 1. daſs alle feſte Körper von ausgebreiteter Oberfläche, mit denen ich Verſuche anſtellte, den ſchwachen Schall von tönenden Körpern, die mit ihnen in Berührung ſind, verſtärken, und jeder den Ton auf eine ihm eigne Weiſe abändert. 2. Daſs dieſes daher rührt, weil feſte Körper den Schall im Allgemeinen beſſer durch ſich hindurch laſſen, als die Luft, und jeder den Ton auf eine eigenthümliche

t modificirt. **) 3. Dafs die Reſonanz muſikali-
er Inſtrumente vorzüglich auf dieſem Grunde be-
ıt, wiewohl auch die Gröſse ihrer Oberfläche dazu
trägt, ſie tönend zu machen. 4. Scheint das
lumen der Körper auf die Eigenſchaft der Reſo-
nz Einflufs zu haben.

5. Maupertuis meinte, die Reſonanz muſi-
liſcher Inſtrumente, die mit Saiten beſpannt ſind,
hre daher, weil ſich in ihnen Fibern von jeder
öglichen Länge befinden, und jeder Ton diejeni-
n Fibern in Schwingungen ſetze, welche mit ihm
Einklange oder in Conſonanz ſind, indeſs die an-
rn in Ruhe bleiben. *) Dieſem widerſpricht

*) *Mém. de l'Acad. de Paris*, A. 1724.

**) Auch Herr D. Chladni, und ſchon viel früher der Profeſſor Winkler in Leipzig, machten dieſelbe Bemerkung, und ſchlieſsen daraus, dafs feſte Körper, was die Stärke des Schalles betrifft, viel beſſere Leiter als die Luft ſind, und dafs, ungeachtet dieſe der gewöhnlichſte Leiter des Schalles iſt, ſie doch unter die ſchlechteſten Leiter deſſelben gehört. Durch einen 7 Schuh langen Lindenſtab, den er zwiſchen die Zähne nahm, hörte Winkler den Schlag einer Uhr ſo laut, als hielte er ſie unmittelbar vor die Ohren, und der Schall war zugleich allen vernehmbar, die an ein Brett, auf der ſie lag, Stäbe ſetzten. Ein ſilberner Vorlegelöffel an einer Schnur zwiſchen den Zähnen gehalten und angeſchlagen, giebt einen wahren Glockenklang.

aber das zweite Experiment, aus welchem erhell
dafs jede Stelle eines Körpers, der Reſonanz h
den Schall hindurch läſst.

6. Da Marmor den Schall in gewiſſem Gra
erſtickt, und unter den feſten Körpern ungef

„Sehr mit Unrecht hat man", ſagt Herr Chladn
„den Schall bisher als eine Bewegung der Luft an
ſehn. Vielmehr heiſst *Hören* nichts anders, als
nen Schall, d. i., eine ſchnelle, zitternde Bew
gung eines elaſtiſchen Körpers, mittelſt der Geh
werkzeuge empfinden, gleichviel, ob ſie durch
Luft oder durch andere flüſſige oder feſte Körp
bis zum Gehörnerven fortgeleitet, und ob ſie dur
das äuſsere Ohr oder durch andere Theile des Ko
ſes mitgetheilt wird."

Selbſt artikulirte Töne werden, nach Win
ler's und Chladni's Verſuchen, durch feſte K
per ſehr gut fortgeleitet. Zwei Perſonen könn
ſich bei verſtopften Ohren mit einander unterh
ten, wenn beide einen langen Stab oder eine V
bindung mehrerer Stäbe zwiſchen den Zähnen h
ten, oder ſie an die Zähne anſtämmen, beſond
am obern Theile der vordern Zähne, damit ſie
durch nicht im Sprechen genirt werden. Au
war es einerlei, ob der Redende den Stab an ſei
Kehle, oder an ſeine Bruſt, oder an ein Ge
ſtemmte, in das er hineinredete, wobei die W
kung deſto ſtärker wurde, je mehrerer Bebung
Gefäſs fähig war. An gläſernen und porzellanen
Gefäſsen ſchien Herrn Chladni die Wirkung

ſo, wie das Waſſerſtoffgas unter den flüſſigen, auf den Schall wirkt; ſo iſt es nicht rathſam, in Kirchen, Concertſälen, Theatern und andern Gebäu-

ſtärkſten zu ſeyn; an kupfernen Keſſeln, hölzernen Kaſten und an Töpfen war ſie ſchwächer. Stäbe von Glas, und nächſt ihnen von Tannenholz, leiteten dabei den Schall am beſten. Der Hörende konnte den Stab auch an die Schläfe, den Scheitel oder die knorpligen Theile des Ohrs halten, immer wurde der Schall zu den innern Gehörwerkzeugen geleitet. Selbſt wenn von beiden ein Faden zwiſchen den Zähnen etwas ſtraff gehalten würde, war der Schall noch hörbar. Es wäre wohl der Mühe werth, bemerkt er, ob nicht durch dieſe Fortleitungsmittel Taubſtummen, bei denen blos das äuſsere Gehörwerkzeug fehlerhaft, aber der Gehörnerve gut iſt, artikulirte und andere Laute könnten vernehmlich gemacht werden. In einem Programm Winkler's: *De ratione audiendi per dentes*, Lipſ. 1759, und in Büchner's *Abhandlung von einer beſondern und leichten Art, Taube hörend zu machen*, Halle 1759, 8., ſind mehrere Beiſpiele angeführt, die dieſes ſehr wahrſcheinlich machen. Schon vor 50 Jahren bewährte es ſich an einem Klever Kaufmanne, der ſein Gehör faſt ganz verloren hatte. Als er zufällig ſeine irdene Tabakspfeife, die er zwiſchen den Zähnen hielt, auf den Reſonanzboden eines Klaviers legte, hörte er alle Töne deſſelben aufs vollkommenſte, und dadurch geleitet, lernte er ſich mit andern mittelſt eines Stäbchens von hartem Holze, das er und der Sprechende beide an die Zähne ſetzten, unterhalten.

den, worin es auf Fortpflanzung des Tons ankommt, viel Marmor anzubringen.

Die Verſuche, wovon dieſes die vorzüglichſten Reſultate ſind, haben mich mehrere Jahre beſchäftigt, obſchon ich ſie nicht ganz in der gewünſchten Vollſtändigkeit anſtellen konnte.

Man ſoll beſſer hören, wenn man den Stab an die vordern Oberzähne nur anlegt, als wenn man ihn zwiſchen den Zähnen hält; ihn an die Zähne des Unterkiefers allein zu halten, ſoll nichts helfen, welchem aber Winkler widerſpricht. *d. H.*

III.

BEMERKUNGEN über *den Schall und über die akuſtiſchen Inſtrumente, bei Gelegenheit des vorigen Aufſatzes,*

von

WILL. NICHOLSON. *)

Die Phyſik des Schalles iſt noch ſehr unvollkommen. Zwar haben die Mathematiker auf das einfache Datum, daſs tönende Körper ſich in Schwingungen befinden, welche dem umgebenden elaſtiſchen Fluido, deſſen Dichtigkeit und Elaſticität ſich meſſen läſst, mitgetheilt werden, ganze Theorien des Schalles gebaut. Allein Perolle's Verſuche zeigen, daſs es dabei auf viel mehr als auf dieſes ankommt. Vielleicht, daſs folgende Fragen und Bemerkungen für den Phyſiker nicht ganz ohne Nutzen ſind.

1. Es iſt keinem Zweifel unterworfen, daſs die Fortpflanzung des Schalles durch die Luft mit einer gewiſſen wellenförmigen Bewegung der Luft verbunden iſt, und daſs tönende Körper durch einen Schlag in Schwingungen geſetzt werden. Die Beweiſe dafür ſind ſo zahlreich, daſs es überflüſſig ſeyn würde, ſie hier aufzuzählen.

*) *Journal of Natural Philoſ.* etc. *by* Nicholſon, Nro. IX, 1797.

Der Schall, der durch Fluida fortgepflanzt wird, ſcheint im Verhältniſſe der Entfernungen abzunehmen, *) und wahrſcheinlich iſt bei feſten Körpern derſelbe Fall. Seine Intenſion muſs zugleich von der Dichtigkeit und der Elaſticität des Mittels abhängen. Der auflauernde Soldat legt ſich an die Erde, um entfernte Fuſstritte zu hören; und Franklin verſichert, den Schall zweier Steine, die auf einander geworfen wurden, faſt eine engliſche Meile weit, eben ſo ſcharf und deutlich gehört zu haben, als geſchähe das dicht vorm Ohre. **) Die Geſchwindigkeit, womit ſich der Schall durch feſte Körper fortpflanzt, iſt noch völlig unbekannt. ***)

*) Im einfachen oder im doppelten? Gewöhnlich wird das letztere, obſchon nicht aus Verſuchen, ſondern aus der Theorie gelehrt. *d. H.*

**) Franklin's *Experiments and Obſervations*, Lond. 1774, p. 445.

***) Herr D. Chladni, dem wir unter allen neuern Phyſikern die meiſten Entdeckungen über den Schall verdanken, iſt, ſo viel ich weiſs, der Erſte, der *die Geſchwindigkeit, womit der Schall durch verſchiedne feſte Körper fortgeleitet wird, beſtimmt hat*, und zwar mit einem groſsen Grade von Wahrſcheinlichkeit, (im *Voigtſchen Magazine für den neueſten Zuſtand der Naturkunde*, B. 1, S. 1.) Er geht dabei von zwei Sätzen aus. *Erſtens*, daſs die Fortpflanzung des Schalles, in der Luft ſowohl als in feſten Körpern, durch Longitudinal-Schwingungen geſchieht, indem eine Strecke von Luft

2. Der Schall pflanzt ſich durch die Luft mit einer Geſchwindigkeit von 1142 engliſchen Fuſsen in

oder von irgend einer andern Art von Materie, durch die Stöſse des ſchallenden Körpers genöthigt wird, ſich zuſammenzuziehn und wieder auszudehnen. *Zweitens*, daſs der Schall, wie Euler, Bernoulli und Lambert in ihren Unterſuchungen über Orgel- und Flötentöne, und auch der Graf Giordano Riccati in ſeinem Werke: *delle corde ovvero fibre elaſtiche*, Bol. 1767, q. Sched V, §. 3, und Sched. VIII, diſt. 1, erwieſen haben, durch einen mit Luft erfüllten Raum von gegebener Länge in eben der Zeit geht, in welcher eine eben ſo lange Luftſäule, die in einer an beiden Seiten offnen Pfeife enthalten iſt, eine Schwingung macht; ein Satz, den auch ſchon Newton in ſeinen *Princ. phil. nat.*, l. II, prop. 50, ſchol., nur anders ausgedrückt, aufſtellte. „Die Principien," ſagt Herr D. Chladni, „worauf dieſer Satz beruht, ſcheinen allgemein genug zu ſeyn, um ihn auch auf feſte Körper anzuwenden, und, wenigſtens mit der gröſsten Wahrſcheinlichkeit, anzunehmen: *daſs durch einen jeden Körper der Schall in eben der Zeit gehe, in welcher dieſer Körper, wenn er ganz frei ſchwingt, eine Longitudinal-Schwingung macht.*" Verſuchen und Berechnungen zufolge geſchehn z. B. in einer offenen Pfeife von 10 Fuſs Länge, (und in einer gedeckten von 5 Fuſs,) ungefähr 100 Schwingungen in einer Sekunde; folglich müſste der Schall, dieſem Satze gemäſs, in einer Sekunde einen Luftraum von 10 . 100, d. i., von 1000 Fuſs durchlaufen. Daſs die Geſchwindigkeit des Schalles ein wenig gröſser, nim-

einer Sekunde fort, und die Geſchwindigkeit ſtärkſten Windes beträgt nicht völlig 90

lich von 1040 pariſer Fuſs iſt, widerſpricht Satze nicht, da die Luftſäule, welche beim T einer Pfeife zittert, immer ein wenig länger al Pfeife ſelbſt iſt, wie Graf Riccati, Sche beweiſt, und wie man ſich leicht überze kann, wenn man die Hand nahe an die Oeffnu ner Pfeife hält, wo man die zitternde Bewe der Luft ſtark empfindet.

Gilt dieſer Satz allgemein, ſo müſſen feſte per den Schall in eben dem Verhältniſſe ſchr fortleiten, in welchem der Ton, den ſie bei cher Länge und gleicher Art von Longitud Schwingung geben, höher iſt. Nun ſind

die Töne in Stäben, die mit einer offenen Pfeife gleiche Länge haben, höher als die Töne der Luftſäule in der Röhre, bei	um Octaven	Mithin wäre die ſchwindigkeit, w der Schall durch Materien fortgepf würde, in 1 Sek von ungefähr
Zinn;	2 u. 1 Septime	7800 pariſer Fuſs
Silber,	3 u. 1 ganz. Ton	9300 — —
Kupfer,	3 u. 1 Quinte	12500 — —
Eiſen u. Glas,	4 u. 1 halb. Ton	17500 — —

Die Hölzer, welche Herr D. Chladni unterſ hat, würden den Schall mit einer Geſchwindi von ungefähr 11000 bis beinahe 18000, unc brannter Pfeifenton mit einer Geſchwindigkeit 10000 bis 12000 pariſer Fuſs fortleiten.

Die angegebene Zahl von Schwingungen i ner gedeckten 5 Fuſs langen Orgelpfeife be auf einem ſcharfſinnigen Verſuche des Kapell

Man ſollte hieraus vermuthen, daſs die Geſchwindigkeit des Schalles bei günſtigem und bei entgegen wehendem Winde verſchieden, die Intenſität in beiden Fällen aber ziemlich gleich ſeyn werde. Allein die Erfahrung lehrt gerade das Gegentheil. Hieraus und aus andern Umſtänden glaubten einige Phyſiker ſchlieſsen zu müſſen, nicht die Luft, ſondern ein anderes viel feineres Fluidum, ſey das Mittel, welches den Schall fortpflanzt.

ſiers Sarti zu Petersburg, der von zwei ſolchen Pfeifen, die im vollkommenſten Uniſono waren, die eine mit einem Schieber verkürzte, und dadurch ihren Ton erhöhte. So oft beide Schwingungen zuſammentrafen, hörte man eine Art von trommelartigem Schlage, und dieſe folgten daher um ſo langſamer auf einander, je kleiner das Intervall der beiden Pfeifentöne war. Als ſie genau um eine Sekunde aus einander lagen, verhielten ſich die Schwingungen der beiden Orgelpfeifen zu einander wie 100 : 99, ſo daſs dann alſo der höchſte der beiden Töne in 1 Sekunde 100 Schwingungen machte. Verglichen mit dieſem Tone kamen auf das eingeſtrichne *A* 436 Schwingungen in einer Sekunde.

Mit Hülfe des zweiten Satzes läſst ſich umgekehrt die Zahl der Luftſchwingungen in einer Pfeife aus der beobachteten Geſchwindigkeit des Schalles in freier Luft, berechnen. Man findet ſie, indem man die Geſchwindigkeit mit der Länge der Pfeife dividirt, und ſo kämen 104 Schwingungen auf eine 10füſsige offne Pfeife. *d. H.*

kaliſchen Tone gleich, welches wahrſcheinlich von ſeinem öftern Zurückwerfen unter demſelben Winkel, unter dem er in der Röhre aufgefallen war, herrührte. Nur in ſo fern ſetze ich auf dieſen Verſuch einigen Werth, als er darauf zu deuten ſcheint, daſs ein Tuchbeſchlag in akuſtiſchen Inſtrumenten den ſchädlichen Schall, der nicht aus der Richtung der Achſe herkommt, abhalten möchte, indeſs das Inſtrument dieſe Töne verſtärkt und hörbar macht.

5. Perolle zieht am Ende der erſten Abtheilung daraus, daſs bei ſeinen intereſſanten Verſuchen mit der Uhr, Waſſer und andere Flüſſigkeiten in keine ſichtbare Bewegung geriethen, den Schluſs, daſs das Medium, welches den Schall tönender Körper fortpflanzt, dabei ſchwerlich in ſchwingende Bewegung ſey. Hier ſcheint er aber die auſserordentliche Kleinheit und Schnelligkeit der Schwingungen, die Schall erregen ſollen, überſehn zu haben, die wahrſcheinlich nur in dem einfachſten Falle und bei der gröſsten Stärke ſichtbar werden. Die Saiten muſikaliſcher Inſtrumente tönen noch lange, wenn ihre Schwingungen ſchon nicht mehr ſichtbar ſind. *)

6. Bei dem, was Perolle am Ende der zweiten Abtheilung gegen Maupertuis Theorie erin-

*) Chladni's Klangfiguren ſcheinen dem engliſchen Phyſiker noch unbekannt zu ſeyn; ſonſt würde er ſie hier als ein noch mehr in die Augen fallendes Beiſpiel erwähnt haben. *d. H.*

nert, nach welcher tönende und reſonirende Körper ſich ſelbſt ſo eintheilen, daſs ſie in verſchiednen Theilen auf verſchiedne Art ſchwingen, muſs man erwägen, daſs ſolche Körper in zwiefacher Hinſicht zu betrachten ſind. *Einmahl* mögen ſie, als Medium des Schalles, jeden Schall ohne Unterſchied fortleiten und durch ſich hindurch laſſen. *Zweitens* ſcheint ihre Geſtalt und ihr Gewebe ſo einfach zu ſeyn, daſs ſie nur ſehr wenige Töne zugleich hervorbringen; und iſt das der Fall, ſo giebt, wie ich glaube, das Ganze einen muſikaliſchen Ton. Denn mir iſt ein *muſikaliſcher Ton* nichts anderes als ein einzelner einfacher Schall, oder der Zuſammenklang mehrerer einfacher, die zuſammen ſtimmen, (conſoniren;) ein *Geräuſch* hingegen das Zuſammenſchallen mehrerer, die nicht zuſammenſtimmen, (nicht conſoniren.) *) Drückt man z. B. auf der Orgel eine Menge an einander liegender Claves herunter, ſo entſteht dadurch ein Geräuſch, welches nichts weniger als muſikaliſch iſt, und man erſtaunt, wie aus dem Zuſammenſchallen ſo melodiſcher Pfeifen ein ſo widriger und beleidigender Ton entſtehn kann. *Drittens* mögen ſolche Körper den Schall eines andern einfachen Körpers,

*) Vielmehr beruht der Unterſchied von muſikaliſchem Ton und Geräuſch wohl darauf, daſs die Schwingungen, wodurch ſie hörbar werden, bei erſterm gleichzeitig ſind, nicht aber bei dem letztern. *d. H.*

wie z. B. den einer Saite, die mit ihnen in Berührung ist, entweder unterstützen oder hindern. Ist das erstere der Fall, und unterstützen sie den Ton, so ist es nicht unwahrscheinlich, dafs die Wirkung so geschieht, wie Maupertuis glaubte. Denn es ist bekannt, dafs bei der einzelnen Saite, welche die Trompeter-Noten, (*trumpet-notes*,) angiebt, und die deshalb die Seetrompete, (*trumpet-marine*,) genannt wird, eine solche Eintheilung vor sich geht, dergleichen Maupertuis annimmt. Eben so in Glocken, welche nicht blofs mehrere deutlich zu unterscheidende Töne von verschiedner Höhe zugleich angeben, sondern auch in einer gewissen Ausdehnung dieses System von Tönen ändern, je nachdem die Ebne des Schlags verändert wird. Dagegen werden die, die sich so viel Mühe geben, die Stelle der Stimme, (*sound post*,) auszuprobiren, es viel wahrscheinlicher finden, dafs die Resonanz, welche durch die Lage der Stimme so stark abgeändert wird, auf dem ganzen Instrumente, und nicht so sehr auf dessen Theilen, als Leitern des Schalles, beruht.

7. Die Gestalt des äufsern Ohrs, welches aus einer Menge von Höhlungen und dazwischen liegenden Erhebungen oder Brücken besteht, ist, so viel ich weifs, noch nie genauer untersucht und erklärt worden. Bei der Katze und andern Thieren scheint dieser Theil besonders zusammengesetzt zu seyn. Wenn der Schall, oder die wellenartige Bewegung der Luft, durch diesen Apparat modificirt und in

das Ohr geführt iſt, ſo trifft er auf die ausgeſpannte Haut, welche man das Trommelfell nennt. Dieſe ſowohl, als die übrigen häutigen Theile des innern Ohrs, ſcheinen augenſcheinlich dazu eingerichtet zu ſeyn, daſs ſie, wenn der Schall auf ſie wirkt, in Schwingungen gerathen, und zwar höchſt wahrſcheinlich nach der Art, wie muſikaliſche Saiten mittönen, wenn eine benachbarte conſonirende ertönt.

Dieſe Thatſache und die ganze Bildung des Ohrs veranlaſſen mich zu einer Frage, die für den Bau der akuſtiſchen Inſtrumente nicht unwichtig iſt, ob nämlich nicht, unter gegebnen Umſtänden, der Schall eines beſtimmten entferntern Körpers ſo ſtark gehört werde, als der Ton eines viel nähern, der vermöge der Conſonanz mit einem andern tönenden Körper in Schwingungen geräth, Es ſey zum Beiſpiel von zwei Saiten *A*, *B*, die im Einklange ſind, die eine *A* 10 Fuſs, die andre *B* 1 Zoll weit vom Ohre entfernt, ſo iſt die Frage, ob nicht, wenn *A* ertönt, der dadurch bewirkte Mitklang der Saite *B* ſtärker wahrgenommen werde, als der Hauptton der Saite *A*. Ich laſſe mich hier nicht auf Entwickelung der Umſtände ein, bei welchen, der Theorie nach, jener oder dieſer Ton am ſtärkſten gehört werden müſste, ſondern bemerke nur, daſs der Einfluſs des Schalles auf das Ohr häufig viel weiter geht, als wir ſelbſt wahrzunehmen vermögen. Ich bemerkte einſtens in einer Stube, welche auf die Straſse herausging, an den Fenſtern

eine zitternde Bewegung, welche ein beträchtlicher Schall begleitete. Darauf wurde es eine Sekunde lang ruhig, dann aber folgten wieder drei oder vier solche kurze, deutliche Töne, und so abwechselnd, mit immer zunehmender Stärke des Schalles. Dieses dauerte ungefähr eine Viertelstunde lang, als endlich das Herannähern eines Tambourins, (eines mit Pergament bespannten Reifens, über das man den Finger fortschiebt,) mich belehrte, dass das Zittern und Tönen der Fenster durch die Schwingungen dieses Instruments veranlasst wurden.

Hieraus scheint zu erhellen, dass der zweckmäßigste Bau eines Instruments, welches den Schall auffangen und verstärken soll, nicht bloss einen äussern Theil erfordert, der fremdartige Töne abhält, und zurückwerfende Flächen, welche die unmittelbaren Schwingungen der Luft modificiren und verstärken; sondern auch eine Art von Trommelfell, welches sich mehr oder weniger spannen läßt, auf das jene Theile den Schall werfen, und von dem er durch ein Vorderstück in das Ohr geleitet werde. *) Ist die Wissenschaft, den Schall aufzufangen und zu verstärken, einmahl erst so weit gediehen, so wird es wahrscheinlich gar keine Schwierigkeit haben, auch die Sprachröhre auf eine zweckmäßigere Art einzurichten.

*) Also ein künstliches Ohr; eine Idee, die in Deutschland schon ausgeführt wird. *d. H.*

IV.

Perolle's Bemerkungen zu Chladni's Verſuchen über die Töne einer Pfeife in verſchiedenen Gasarten, mit einigen Gegenbemerkungen und Zuſätzen.

Nach den ſorgfältigen Verſuchen, die Herr Dr. Chladni *) in Verbindung mit Herrn Jacquin dem Jüngern in Wien über die Töne einer Pfeife in verſchiedenen Gasarten angeſtellt hatte, **) fand *Sauerſtoffgas* über einen halben, oder beina-

*) Voigt's *Magazin*, I. B., 3. St., S. 65—79.

**) Sie befeſtigten eine offne zinnerne Orgelpfeife, (worin die Länge der ſchwingenden Luftſäule, von der Ritze, wo die eingeblaſene Luft ausgeht, bis zu dem Ende, etwa 6 Zoll betrug,) an dieſem Ende an den mit einem Hahne verſehenen Hals einer gläſernen Glocke, an den ſich zugleich eine Blaſe, die auch einen Hahn hatte, anſchrauben ließ. Glocke und Blaſe wurden auf die gewöhnliche Art mit der Gasart gefüllt, und dann durch ſanftes Zuſammendrücken der Blaſe die Pfeife angeblaſen, wobei aber alle Vorſicht nöthig war, damit die Pfeife nicht ſtatt ihres Grundtons einen von ihren höhern Tönen gab. Die Temperatur war die an kühlen Frühlingstagen gewöhnliche. Zwei Saiten, welche mit dem Pfeifentone der atmoſphäriſchen Luft im Einklange geſtimmt waren, gaben bei jeder andern Gasart den Vergleichungston an. *d. H.*

he einen ganzen Ton tiefer, *kohlenſaures Gas* faſt um eine groſse Terz, und *Salpetergas* um einen halben Ton tiefer als die atmoſphäriſche Luft, welches der Theorie, nach der die Töne ſich umgekehrt wie die Quadratwurzeln der ſpecifiſchen Gewichte dieſer Gasarten verhalten ſollten, faſt ganz entſprach. *) Dagegen tönte das *Waſſerſtoffgas*, das man aus Zink und Salzſäure bereitet hatte, nur eine Octave und einen Ton, dasjenige aber, das man durch Zerſetzung des Waſſers in einer glühenden Röhre erhalten, eine Octave und eine kleine Terz höher, als die atmoſphäriſche Luft, indeſs, nach dieſer Theorie, das Waſſerſtoffgas um eine Octave und eine groſse Terz hätte höher als die atmoſphäriſche Luft klingen müſſen. Auch das *Stickgas* wich von der Theorie merklich ab, und tönte, ſtatt etwas höher als atmoſphäriſche Luft zu klingen, um einen halben Ton tiefer, und dieſes fand zwar gleichförmig bei Stickgas, das man auf drei verſchiedne Arten entwickelt hatte, ſtatt.

Die Abweichung des Waſſerſtoffgas lieſse ſich vielleicht noch aus der groſsen Verſchiedenheit ſeiner Güte mit Hinſicht auf andre beigemengte Gasarten und fremde Dämpfe erklären, vielleicht auch

*) Im Vergleiche mit dem Gewichte der atmoſphäriſchen Luft, als Einheit, iſt das ſpecifiſche Gewicht des Sauerſtoffgas 1,103, des kohlenſauren Gas 1,5, des Salpetergas 1,195, des Waſſerſtoffgas 0,084, und des Stickgas 0,985. Doch iſt zu bemerken, daſs

ſo die Abweichung beim Stickgas, wodurch ſich dieſes auf mehrfache Art, z. B. durch ſeine Ausdehnung bei gröſsern Wärmegraden nach den Prony'ſchen *) Verſuchen, vor allen andern Gasarten auszeichnet. Doch ſcheint man in der That hierdurch berechtigt zu ſeyn, mit Hrn. D. Chladni zu ſchlieſsen, daſs die Geſchwindigkeit der Schwingungen einer ausdehnbar flüſſigen Materie, ſich aus den bisher angenommenen mechaniſchen Principien allein, nicht beſtimmen läſst, ſondern daſs ſie auſserdem noch von andern Eigenſchaften derſelben abhängt.

Dieſe Verſuche lernte Perolle aus einer kurzen Notiz im *Bulletin des ſciences* **) und dem *Journal de Phyſique* ***) kennen; und im V. Theile, S. 455, dieſer letztern Zeitſchrift findet ſich ein Brief von ihm an Delamétherie, worin er dieſe Verſuche angreift. Und zwar zuerſt die in jenen franzöſiſchen Zeitſchriften mitgetheilte Nachricht, daſs ein Gemiſch aus Stickgas und Sauerſtoffgas, nach andern Verhältniſſen als in der atmoſphäriſchen Luft, einen von dieſer völlig verſchiedenen Ton

diese Angaben für die ſpecifiſchen Gewichte der Gasarten nicht von den unterſuchten hergenommen, ſondern aus den gewöhnlichen Angaben entlehnt wurden. A.

*) *Journal polytechnique*, IV. Cahier.

**) Pluvioſe, an 6.

***) Meſſidor 1, an 6.

angebe, welche freilich nur auf einem Irrthume der franzöſiſchen Journale beruhte; denn Chladni fand im Gegentheile, daſs der Ton einer Miſchung aus beiden Gasarten ſich nicht merklich änderte, als anfangs nur $\frac{1}{3}$, nachmals aber über $\frac{1}{2}$ Sauerſtoffgas in der Miſchung war. Dagegen zeigte ſich der merkwürdige Umſtand, daſs der Ton dieſer Miſchung völlig der Ton der atmoſphäriſchen Luft, und folglich höher war, als in jeder der beiden Gasarten einzeln; ein Umſtand, der Herrn Chladni mit dem in Verbindung zu ſtehn ſcheint, daſs ſich der Schall durch die atmoſphäriſche Luft ſchneller fortpflanzt, als er es nach der Theorie ſollte. *)

Gegen die übrigen Verſuche führt Perolle nicht ſowohl Gegenverſuche, unter gleichen Umſtänden angeſtellt, an, als vielmehr Prieſtley's **) und ſeine eignen ***) Verſuche über den Ton klingender Körper in verſchiedenen Gasarten, auf die er

*) Herr Chladni führt dabei einen Verſuch des Prof. Döttler in Wien an, der, wenn er ſich beſtätigen ſollte, von Wichtigkeit ſeyn würde. Atmoſphäriſche Luft in einer 5 Fuſs langen und $1\frac{1}{4}$ Z. weiten, wohlverſchloſſenen Röhre über ein Jahr lang in völliger Ruhe aufgehoben, hätte ſich nach der ſpecifiſchen Schwere ihrer beiden Beſtandtheile geſchieden, indem ein hineingetauchtes Licht oben verlöſchte, unten aber ſtärker brannte. *d. H.*

**) *Obſerv. et exper. ſur différentes branches de la Phyſique*, III, T., p. 355.

***) *Recueil de l' acad. des ſciences de Turin*, ann. 1786 et 1787.

ich ſchon in den vorigen Aufſätzen einigemahl bief. Er füllte mit dieſen Gasarten gläſerne Recipienten, in denen er Glocken durch ein Uhrwerk ſchlagen lieſs, und folgendes waren die Reſultate dieſer Verſuche:

Gasarten.	Der Ton in denſelben ſchien	Beſchaffenheit d. Klangs	Abſtand von der Glocke, in welche d. Ton aufhörte gehört zu werden. Fuſs	Zoll
Atmoſphäriſche Luft, mit der die übrigen verglichen werden.	— — —	— —	56	9
Kohlenſaures Gas	etwas tiefer	merklich dumpfer *)	48	5
Sauerſtoffgas	etwas ſchneidender	heller-	63	—
Salpetergas	dem vorigen ähnlich	eben ſo	63	—
Waſſerſtoffgas	war nicht gut zu unterſcheiden, und ähnlicher einem ſchwachen Geräuſche als einem beſtimmten Tone	ohne Annehmlichkeit und ohne Kraft	11	—

*) Prieſtley'n ſchien der Ton in dieſer Gasart ſtärker als in der atmoſphäriſchen Luft zu ſeyn. Daſs der Ton tiefer wurde, erklärt Herr D. Chladni ſich daraus, daſs die Schwingungen eines Körpers, wenn das umgebende Medium dichter wird, wahrſcheinlich an Geſchwindigkeit abnehmen; daher die

fügt, dafs die beiden Phyſiker aus Vorſicht drei verſchiedene Sorten *) Waſſerſtoffgas verſuchten.

Bei dem durch Eiſen und Schwefelſäure erhaltenen, betrug der Unterſchied des Tons von dem durch atmoſphäriſche Luft etwas über eine Octave; bei dem durch Zink und Salzſäure eine Octave und einen ganzen Ton; endlich bei dem durch Zerſetzung der Waſſerdämpfe in glühenden Röhren eine Octave und eine kleine Terz. Dieſe Unterſchiede erregen immer eine Hoffnung, deren Erfüllung nicht ſehr ſchwierig zu ſeyn ſcheint. Wir könnten nämlich dem gemäfs *jetzt, für feinere Unterſuchungen, die Güte des Waſſerſtoffgas, was bisher faſt unmöglich war, meſſen, und zwar in einem, dem Chladniſchen ähnlichen Flötenapparate* (Hydrogenometer) *durch die Höhe des angegebenen Tons. Vielleicht, dafs auch ein brauchbares Eudiometer und Manometer für luftförmige Flüſſigkeiten ſich darnach einrichten lieſsen.*

Eine ſehr auffallende Beſtätigung jener Verſuche findet man in einem zufälligen Verſuche Maunoir's.**) Dieſer athmete einſt bei Paul in Genf Waſſerſtoffgas aus Scherz ein, und empfand keine Unbequemlichkeit. Als er aber ſprechen wollte, hatte ſeine Stimme einen ſo grellen Ton, (*grêle et ſlûté*), dafs er erſchrak. Paul wiederholte den Verſuch mit demſelben Erfolge.

*) Voigt's Magazin, S. 74.

**) *Bibl. britannique*, No. 79, 80, pag. 347.

A. v. Arnim.

V.

ber die kalten Winde, welche aus der Erde dringen,

von

Herrn von Saussüre;

nebſt Bemerkungen

von

Will. Nicholson. *)

i dem fünften Theile der *Voyages dans les Alpes r Mr. de* Saussüre, der erſt vor ein paar hren erſchienen, und noch unüberſetzt iſt, erhlt der Verfaſſer, S. 342 u. f., ſeine Verſuche, rch die er fand, daſs das Waſſer auf dem Grunder Alpen-Seen mehr kalt, als gemäſsigt iſt, dem es auf dem Boden die Temperatur von 4° aumur hatte, während ſie auf der Oberfläche 15° trug; dahingegen im Meerbuſen von Genua, na am Lande, die Temperatur des Waſſers in eir Tiefe von 886 und von 1800 Fuſs mehr als geäſsigt, nämlich 10°,6 war; während die Wärme r Oberfläche nur auf 16½° ſtieg. Dann ſchreitet zu Bemerkungen über eine Erſcheinung, die hrſcheinlich von derſelben Natur iſt; nämlich er die unterirdiſchen Höhlungen, aus denen Winhervordringen, die kälter ſind, als die mittlere

*) Aus deſſen *Journal of Nat. Philoſ.* etc., No. 5, 1797.

Temperatur der Erde. Die erstere Erscheinung, die der Verfasser für sehr schwer zu erklären hält, scheint in der That auf der Eigenschaft der flüssigen Körper zu beruhen, dass sie fast Nichtleiter der Wärme sind, welche Graf Rumford in seinem siebenten Versuche zuerst, und bis jetzt noch allein in ihr gehöriges Licht gesetzt hat. Die Erklärung der andern Erscheinung hält Saussüre für leichter. Ich werde hier in einer getreuen Uebersetzung die Thatsachen selbst wieder erzählen, den Hauptinhalt seines Räsonnements angeben, und die Bemerkungen, die sich mir dabei aufgedrungen haben, hinzufügen.

Saussüre beginnt seine Erzählung mit den Höhlen des *Monte Testaceo*, unweit Rom, welche die ersten waren, die die Aufmerksamkeit eines genauen Beobachters fesselten. Nollet beobachtete sie auf seinen Reisen in Italien, *) und fand den 9ten September 1749 des Nachmittags ihre Temperatur $9\frac{1}{2}°$, während das Thermometer in der freien Luft auf 18° stand, und bemerkt mit Recht, dass ihre Kühle um desto wunderbarer ist, da sie nicht tief sind, ihr Eingang kaum etwas Fall hat, und die Sonne den grösten Theil des Tages auf die Thüre des Eingangs scheint.

Saussüre fand sie noch kühler, als Nollet, ob er sie gleich bei heisserm Wetter besuchte, wo-

*) *Mém. de l'Acad. des Sciences*, 1749, p. 486.

on man die Urſache aus der Erklärung der Erſcheinung abnehmen wird. Den 1ſten Jul. 1773 war die Temperatur der äuſsern Luft im Schatten $0\frac{1}{2}°$, die der einen Höhle 8°, der andern $5\frac{2}{3}°$, und der dritten $5\frac{1}{4}°$. Dieſe Höhlen befinden ſich an der Seite des Berges, und nehmen faſt ſeinen ganzen Umfang ein. Sauſſüre beſah die an der Abendſeite. Die Wände haben auf dem Boden Zugöcher, durch welche die kalte Luft hineintritt.

Die Luft ſelbſt dringt durch die Zwiſchenräume der Scherben von zerbrochnen Urnen und andern hönernen Gefäſsen, aus welchen dieſer kleine Berg ganz zuſammengeſetzt zu ſeyn ſcheint. Er beſtieg deſſen Gipfel, der ungefähr 200 oder 300 Fuſs hoch iſt, und erblickte überall dergleichen Scherben, die, nach ſeiner Meinung, gewiſs ehedem auf obrigkeitlichen Befehl hier ſind zuſammengetragen worden. Die Obrigkeit ſucht gegenwärtig dieſe Höhlen im Stande zu erhalten, weil ſie von groſsem Nutzen ſind. Aus Furcht, ihre Beſchaffenheit könnte dadurch verändert werden, iſt alles Graben, ja ſogar das Beackern des Bodens, in der Nähe dieſes kleinen Berges verboten. Es iſt wirklich ein ſehr ſonderbares Phänomen, daſs in der Mitte einer Gegend, deren Luft im Sommer ſo heiſs und erſtickend iſt, ein kleiner abgeſonderter Hügel ſteht, aus deſſen Fuſs ringsherum auſserordentlich kühle Luftſtröme hervorgehn.

Nicht weniger fällt es auf, in einer noch ſüdlicher liegenden Inſel, die ſo ganz vulkaniſch und

Geſchieben aus der Steinart des Berges bedeckt, und durch die Zwiſchenräume derſelben dringt die kalte Luft hervor. Ein glücklicher Zufall führte Herrn von Saufſüre gerade hin, als man eine dieſer Grotten baute. Der Maurer, der dieſem Werke vorſtand, gab vor, im Beſitze der Kunſt zu ſeyn, die ſchicklichſte Lage für ſolche Grotten aufzufinden, indem er den Oertern nachſpüre, aus denen der Wind hervordringt und ihnen gemäſs Oeffnungen bohre. Durch dieſe Windlöcher werden die Grotten gekühlt, wie man leicht durch Hinhalten der Hand merken kann, und hier mufs man auch das Thermometer hinſtellen, wenn man die niedrigſte Temperatur finden will.

Man ſagt, daſs man ihre Entdeckung den Schafen verdanke. Ein Schäfer bemerkte, daſs ſeine Schafe während der gröſsten Hitze ganz vorzugsweiſe zu gewiſſen Oertern ihre Zuflucht nahmen und dort ihre Naſen zur Erde hin hielten; er ſuchte den Grund dieſes Vorzugs auszuforſchen, und hielt deshalb ſeine Hand auf den Boden; die kalte Luft, welche heraus kam, bewog ihn, eine Grotte dorthin zu bauen.

Von der Grotte, die Saufſüre bauen ſah, war erſt die Hinterwand aufgerichtet, ſo daſs ihre Vorderſeite noch ganz im Freien lag; deſſen ungeachtet ſtand an der Oeffnung der Windlöcher das Thermometer auf 4°. Als er es 8 Zoll tief in den Erdboden dieſer offenen Grotte ſenkte, zeigte es 7°, und 8°, als er es auf den Boden legte. Auf

dem

dem Boden einer verſchloſsnen Grotte ſtand es auf 5°, und in der freien Luft auf 18°.

Dieſe kalte Luft hat keine bemerkbare Eigenſchaft, wodurch ſie ſich von der reinen atmoſphäriſchen, wenn ſie bis zu demſelben Grade abgekühlt iſt, unterſchiede. Sie hat weder Geruch noch Geſchmack, iſt aber noch nicht chemiſch unterſucht worden, ſo intereſſant dieſes auch ſeyn müſste.

Der Baumeiſter dieſer Grotte, der ein verſtändiger Mann zu ſeyn ſchien, war der Meinung, daſs die kalte Luft aus dem Innern des Berges käme und ſich durch die unter den Geſchieben verborgenen Spalten hervor dränge. Uebrigens hat man hier gar keine Spur von einer unterirdiſchen, natürlichen Eisniederlage, wo der Schnee während des Winters ſich auffammeln könnte. Auch iſt der Berg nicht hoch genug, als daſs ſich auf ihm der Schnee den Sommer über erhalten könnte. Indeſs muſs ſich doch die Urſache dieſes Phänomens ziemlich weit erſtrecken; denn es wurde Sauſſüre auf das Glaubwürdigſte verſichert, daſs dergleichen Höhlen bis gegen *Capo di Lago* hin, 3 Stunden weit von *Caprino*, ja ſogar bei *Mendriſio*, welches noch eine Stunde weiter liegt, zu finden ſind. Eben ſo giebt es auch einige an der andern Seite des Sees. Man ſagt, daſs ſich auch einige an dem Ufer des *Comer Sees* befinden ſollen, was Sauſſüre um deſto mehr glaubt, da er auf der Villa des Plinius, die am Ufer dieſes Sees liegt, das Waſſer der intermittirenden Quelle 7½ kalt fand.

Die letzten von Sauſſüre beſchriebenen Höhlen, aus denen kühle Luftſtröme kommen, ſind die von *Hergisweil*. Dieſe waren die einzigen, welche er auf der nördlichen Seite der Alpen ſah. In dem von *Lucern* eine Stunde entfernten Dorfe *Winckel* ſchiffte er ſich auf dem See ein, und in weniger denn einer halben Stunde kam er in dem gegen über liegenden *Hergisweil* an. Dieſes Dorf gehört zu Unterwalden, und liegt am Ende einer kleinen Bucht, in einer ſehr ländlichen und romantiſchen Lage, mit Wieſen und Weingärten umringt. Zehn Minuten vom Dorfe ſind am Fuſse des Berges die kalten Grotten, die bloſs aus hölzernen Hütten beſtehn; die hintere Wand aber lehnt ſich, ſo wie bei denen zu *Lugano*, an die aufgehäuften Geſchiebe des Berges an. Die Steine dieſer Wand ſind nicht mit Mörtel verbunden, und durch ihre Zwiſchenräume tritt der kalte Wind hinein, der aus dem Gerüll des Berges kommt.

Den 31ſten Julius 1783 Mittags ſtand das Thermometer im Schatten auf 18°,3, und am Boden der Grotte auf 3°,3. Der Herr des Hauſes verſicherte, daſs er in dieſer Grotte die Milch drei Wochen, Fleiſch einen Monath und Erdbeeren von einem Jahre zum andern aufbewahren könne. Nahe bei dieſer Hütte war eine andere von derſelben Art, in welcher man Schnee aufbewahrt, um ihn im Sommer nach *Lucern* zu verkaufen. In der Grotte, wo er die Temperatur beobachtete, war kein Schnee. Dicht an der Hütte, unter demſelben

Dache, macht man Feuer zu häuslichen Bedürfnissen, ohne zu befürchten, dafs es auf die Temperatur der Grotte Einfluſs habe. Im Winter gefriert es in diesen Hütten etwas ſpäter, als in der freien Luft, aber nachher, wie man behauptet, deſto heftiger. Saussüre glaubt, dafs dieſes ohne Zweifel davon herrühre, dafs alsdann der Luftſtrom in dieſe unterirdiſchen Höhlen hineingehe.

Der Berg, welcher über die Höhlen hinwegragt, iſt kalkartig, und an ſeine ſteile Seite, die gegen Norden liegt, lehnen ſich die Hütten an. Sein Nahme iſt *Renq*, ſein Fuſs erſtreckt ſich bis in den Lucerner See, wo er ein Vorgebirge bildet, und er iſt eine von den Grundſtützen des Pilatusberges, zu dem er gerechnet wird.

Herr Pfeyffer benachrichtigte Saussüre, dafs nahe an dieſem Felſen der See ſehr tief ſey. Es ſcheint, dafs der kalte Wind aus mehrern Stellen hervorbricht; denn wenn man in dieſer Gegend am Fuſse des Berges die Erde, welche die Geſchiebe bedeckt, wegräumt und die Hand darüber hält, ſo kann man die hervordringenden kalten Winde fühlen. *)

*) Zu dieſen Beiſpielen kann man noch die *Grotte von Roquefort* hinzufügen, welche Chaptal in den *Annales de Chimie*, IV, 31, 45, doch nicht ſo genau, wie Saussüre die vorigen, beſchreibt. Die Luft dringt hier durch das Geſchiebe eines Kalkberges hervor, und man nutzt die Grotten zur Verfertigung eines beſondern und ſehr geſuchten

Die Theorie, welche Sauſſüre über dieſe Grotten giebt, um ihre Kälte zu erklären, iſt folgende.

Er nimmt an, daſs die Luft, welche die Grotten kühlt, in unterirdiſche Höhlungen eingeſchloſſen iſt, die nicht tief genug liegen, um der Einwirkung der Sommerwärme und der Winterkälte gänzlich zu entgehen, jedoch durch dieſen Wechſel nur eine Veränderung der Temperatur von wenig Graden erleiden. Die Luft wird in ihnen durch die Winterkälte etwas verdichtet, beim Beginnen des Sommers wieder ausgedehnt, und herauszudringen gezwungen; und indem ſie dabei durch feuchte

Käſes. Herr Marcorelle bemerkte im Oktober, daſs das Reaumurſche Thermometer in dieſen Grotten bis auf 5½° fiel, während es in der freien Luft auf 13° ſtand, und Chaptal fand den 21ſten Auguſt 1787 mit einem guten Thermometer, welches im Schatten an der freien Luft auf 23° ſtand, die Temperatur eines ſtarken Luftzuges in einer dieſer Grotten 4°. Man verſicherte ihm, das Thermometer dort ſchon auf 2° über Null geſehen zu haben. Je heiſser die äuſsere Luft iſt, deſto kühler ſind die Grotten, weil der Luftzug dann deſto ſtärker wird. Herr Chaptal nimmt in ſeiner ſehr kurzen Erklärung an, die äuſsere Luft dringe in die Erde ein und werde dort durch Ausdünſtung abgekühlt, giebt aber keine Urſache von der Entſtehung des Luftzuges an, und warum dieſer in ſeiner Stärke ſich verhältniſsmäſsig nach der äuſsern Wärme richtet. *Nicholſon.*

Felsenritzen oder durch die Zwischenräume nasser Steine geht, wird sie durch die Ausdünstung, die dieses bewirkt, so abgekühlt, dass sie als ein kalter Luftstrom hervordringt.

Die Wirklichkeit solcher Luftbehälter, zu denen die Winterkälte und die Sommerwärme vordringen, glaubt Saussüre, sey keine blosse Hypothese, sondern fliesse unmittelbar aus der von den Besitzern dieser Grotten allgemein bezeugten Thatsache, dass im Sommer die Luft mit desto mehr Gewalt hervordringt, je wärmer das Wetter ist, und dass sie im Winter durch dieselben Oeffnungen, nach Verhältniss der intensiven Stärke der Kälte, wieder zurückkehrt.

Wiewohl es gar keinem Zweifel unterworfen ist, dass das Ausdünsten ein Abkühlen bewirkt, so suchte Saussüre dieses doch noch durch einen Prozess zu zeigen, dem ähnlich, den er in dieser Erscheinung vermuthete. Er nahm eine Glasröhre von einem Zoll im Durchmesser, und füllte sie mit zerbröckelten, nassen Steinen. Durch diese Röhre trieb er den Wind aus ein Paar grosen Blasebälgen. Die Luft ging in der Temperatur von 18° aus den Blasebälgen heraus, und das Durchgehn durch die Röhre verminderte sie bis zu 15°. Er bekam dasselbe Resultat, als er eine chemische Vorlage mit a Hälfen, halb mit kleinen nassen Flintensteinen füllte. Wenn er aber den Wind dieser Blasebälge gegen die Kugel eines mit einer nassen Hülle umkleideten Thermometers richtete, so war die

Abkühlung 4°. Eine noch gröfsere Erkältung, nämlich von 9°, erfolgte, als er die Kugel des Thermometers mit einem naſſen Schwamme umgab, und es in der Luft herumdrehte. Allein, da hier die Luft, die mit dem naſſen Schwamme in Berührung kommt, beſtändig erneuet wird, ſo ſind, wie auch Sauſſüre erinnert, die Umſtände dabei anders, als in den erſten Fällen, wo die Luft beſtändig mehr und mehr mit Feuchtigkeit beladen wird. Er glaubt daher auch, daſs die Ausdünſtung nicht hinreiche, eine Abkühlung von 7 bis 8° unter der mittlern Temperatur, ſo wie man ſie in den Grotten von *Lugano* findet, zu erklären; wohl aber die von 5 oder 6°, wie ſie in *Ceſi*, *Iſchia* und dem *Monte Teſtaceo* ſtatt hat. Hier ſollen ſich groſse unterirdiſche Luftbehälter, nahe genug an der Oberfläche der Erde befinden, um die Luft in ihnen durch die Winterkälte bis auf 3° unter, und durch die Sommerwärme bis auf 3° über der mittlern Temperatur zu bringen. Hat die Kälte in dieſem Behälter ihr Maximum erreicht, ſo ſoll ihre Temperatur 7° ſeyn. Wenn darauf die Wärme des Frühlings die Luft auszudehnen beginnt, ſo ſteigt ihre Temperatur z. B. bis auf 8°, und ſie fängt an ſich herauszudrängen. Da nun aber das Ausdünſten ihre Wärme um 3° verringert, ſo vermindert ſich dieſe bis auf 5°, und dies wird der Grad ihrer gröſsten Kälte ſeyn. Nach dem Verhältniſſe, als die Wärme des Sommers in dieſen Behälter hineindringt, vermehrt ſich auch die Wärme der hervorſtrömenden Luft,

die jedoch nie über die mittlere Temperatur ſteigen kann, weil die gröſste Wärme des Behälters 13° iſt, und das Ausdünſten dieſe bis auf 10° zurückbringt.

Sauſſüre's Verſuche unter einander, und mit denen des Abbé Nollet verglichen, beweiſen in der That, daſs die Wärme dieſer kühlen Winde ſich mit der vorrückenden Jahrszeit vermehrt. Denn der Abbé Nollet fand den 9ten September die Temperatur der Grotten des *Monte Teſtaceo* 9°,5, Sauſſüre hingegen den 1ſten Jul. 5°,3. Eben ſo fand er die Temperatur der Grotten von *Lugano* am 1ſten Auguſt $4\frac{1}{2}$°, und den 29ſten Jun. $2\frac{1}{3}$°.

Wenn die Luft in der Höhle den höchſten Grad von Wärme erreicht hat, ſo muſs eine Zeit lang eine Art von Stockung erfolgen; nach welcher der Behälter anfängt ſich abzukühlen, und dann die äuſsere Luft einſchluckt. Und ſo wird durch die Kühle des Herbſts und durch die Winterkälte die kalte Temperatur der Höhlen erhalten.

Durch dieſe Vorausſetzungen einer mittlern Temperatur der Höhlen von 10° und einer Erkältung durch Ausdünſtung von 3°, läſst ſich, wie Sauſſüre bemerkt, eine Kälte dieſer Luftſtröme, die im Sommer nur 5° R. und darunter beträgt, leicht erklären. Denn wollte man ſich auch den Behälter näher an der Oberfläche denken, ſo daſs die Kälte des Winters ſeine Temperatur bis auf 5° erniedrigte; ſo würde zwar anfangs, wenn die Abkühlung durch Ausdünſtung hinzukommt, die Luft in der

Temperatur von 2° herausdringen; allein lange, da dann auch die Erwärmung des Beh durch die Hitze des Sommers verhältnifsmäfs her ſteigen müſste. — Soll man einen gröſsern der Kühle, als den von 4 bis 5 , z. B. de *Lugano* und *Hergisweil*, erklären, ohne vor tzen zu dürfen, daſs hier die Ausdünſtung gröſsere Erkältung, als die von 3° bewirke, es nothwendig, die gewöhnliche Temperatu Behälters unter 10° anzunehmen; eine Ann die bei der Nähe der Alpen, wo man auch n lein Höhlen von ſo niedriger Temperatur ent hat, nicht unerlaubt ſcheint.

Dem Einwurfe, daſs die Luft in einer unt ſchen, mithin feuchten Höhle bereits mit F tigkeit geſättigt ſey, und dann keine Verdu mehr bei ihrem Herausſtrömen bewirken k ſucht Sauſſüre durch die Bemerkung aus chen: daſs nicht alle Höhlen nothwendig ſind; daſs die hier angenommenen von ſehr gr Umfange ſeyn müſſen, um durch eine Ausde der eingeſchloſsnen Luft von wenigen Graden trächtliche Luftſtröme den ganzen Sommer hin zu bewirken; und daſs folglich im Winter ein ſse Quantität kalter, trockner Luft in ſi eindringe, die, durch die Wärme ausgedehnt austrocknend ſey und den Wänden dieſer H die Feuchtigkeit benehme, ſo daſs man ſie tr genug annehmen könne, um eine Ausdün die ſie 3° abkühle, zu bewirken.

Nachdem ich aus dem Werke eines Naturkün-
igers, dem die Phyſik ſo viel verdankt, eine ſo
ntereſſante und genaue Beſchreibung der Thatſa-
en über dieſen merkwürdigen Gegenſtand ge-
eben hatte; ſo hielt ich es für billig, ſeine Theorie
cht weniger umſtändlich zu erzählen, beſonders,
meine Gedanken über dieſen Gegenſtand von ſei-
r Meinung abweichen.

1. Muſs ich bemerken, daſs wir gar keine Nach-
cht von dem Daſeyn ſolcher groſsen Höhlen haben,
e noch dazu der Oberfläche der Erde ſo nahe ſeyn
llten. 2. Aus des Verfaſſers eignen Beobachtun-
n erhellet, daſs in Tiefen, die ſehr unbeträcht-
ch im Vergleiche mit der Dicke ſind, welche die
ecke ſo groſser Höhlungun nothwendig haben
üſste, der Einfluſs der Jahreszeiten kaum merk-
ch iſt. Er fand, daſs in einer Tiefe von 29½ Fuſs,
feſtem Boden, der gröſste Unterſchied der Tem-
eratur während dreier Jahre, 8°,95 und 7°,75,
ſo im Ganzen nur 1°,2 betrug. *) 3. Wäre aber

*) Der Graf Caſſini, ſonſt Director der Pariſ. Stern-
warte, hatte im Jahre 1783 in den Höhlen unter der
Sternwarte, welche zu alten Steinbrüchen gehören,
ein höchſt empfindliches Queckſilber-Thermome-
ter aufgeſtellt, mit einer Kugel von 2½ Zoll Durch-
meſſer und einer 22 Zoll langen Haarröhre, deſ-
ſen Verfertigung und Gradation von Lavoiſier
beſorgt worden war, und welches im *Journal de Phyſ.*, t. 35, abgebildet und beſchrieben iſt. Es
ſteht in einer 100 Fuſs langen, 6 Fuſs breiten und

auch die Erddecke dieſer Höhlungen noch viel dün
ner: ſo würde doch die Wärme, die, nach den Ver

8 Fuſs hohen, noch mit 3 Seitenhöhlen verſehenen Höhle, 105 Fuſs tief unter dem Obſervations-Zimmer, und iſt ſo empfindlich, daſs es durch die Gegenwart dreier Perſonen in 5 Minuten um 0,02 Grad ſtieg. Um dieſes zu vermeiden, wurde es in ein Glas mit ſehr feinem und trocknem Sande gethan, der es bis zum 7ten Grade bedeckte; und in dieſem Zuſtande findet es ſich noch jetzt in dieſer Höhle.

Als Caſſini es hinabbrachte, war die Höhle mit andern Höhlen des Steinbruchs durchſchlägig und es fiel bis auf 7°½; als aber die Oeffnungen rings umher vermauert, und der Eingang mit einer Thüre verſchloſſen wurde, ſtieg es bis über 9°. Vom 3ten Auguſt 1783 bis zum 29ſten Jun. 1785, alſo faſt während zweier Jahre, während derer Caſſini es fleiſsig beobachtet hatte, wie das Journal darüber im *Journal de Phyſique* beweiſt, war der höchſte beobachtete Stand 9°,28, der niedrigſte 9°,06, mithin die Veränderung 0°,22, und die mittlere Temperatur 9°,17. Es ſank im Auguſt 1783 bei einer ſehr ſtarken Hitze von 9°,09 auf 9°,06; ſtieg bei einer ſtarken Kälte gegen Ende Januar 1784 auf 9°,12; fiel im Mai 1784, dem wärmſten Monat dieſes Jahrs, wieder auf 9°,09, ſtieg dann wieder im Winter 1785 bis auf 9°,23, fiel aber den folgenden Sommer nicht, ſondern blieb den ganzen Julius über auf 9°,26 bis 9°,28 ſtehn. Daſs es im Sommer tiefer als im Winter ſtand, daran iſt wahrſcheinlich die Verdunſtung in der Höhle, vielleicht auch beſonders die des feuchtgewordnen Sandes im

ſuchen des Grafen Rumford, in Fluidis, und ſo auch wohl in der Luft, nur durch das Aufſteigen

Glaſe ſchuld, die im Sommer ſtärker als im Winter iſt, und im Sommer 1785 durch irgend einen Umſtand unterbrochen ſeyn mochte. Ließe ſich dieſer Einfluſs vermeiden, ſo ſtünde das Thermometer vielleicht ſtets unveränderlich auf einerley Temperatur.

Cotte erzählt im *Journal de Phyſique*, Tom. 4, p. 247, er ſey, in Geſellſchaft der Hrn. Delamétherie, von Humboldt, Bouvard und Fleuriau Bellevue, den 2ten Meſſidor 1798 in dieſe Höhlen unter der pariſer National-Sternwarte 171 Stufen tief hinabgeſtiegen, wo Lavoiſiers Queckſilber-Thermometer in einem Gefäſse voll naſſen Sandes aufbewahrt wird. Der *höchſte Stand*, den man ſeit 1783 an dieſem Thermometer beobachtet hat, ſey 9°,585, und zwar im Winter; der niedrigſte 9°.565, und zwar im Sommer; ſie ſelbſt beobachteten 9°,569. Iſt Cotte hier nur falſch berichtet worden, und brachte, als er es ſah, die Gegenwart von 5 oder 6 Perſonen das Thermometer um $\frac{1}{4}$° zum Steigen, oder ſollte ſich die Temperatur der Höhlen ſeit 1785 wirklich ſo merklich erhöht haben?

Daſs übrigens 29$\frac{1}{2}$ Fuſs tief unter der Oberfläche der Erde die Temperatur ſich noch um 1°,2, dagegen 105 Fuſs tief ſo gut als gar nicht mehr verändert, iſt begreiflich; daſs aber bei Genf die mittlere Temperatur in erſterer Tiefe 8°,85, in Paris dagegen in letzterer Tiefe 9°,17 beträgt, ſcheint auf den erſten Anblick überraſchend, und läſst ſich wohl nur aus der beträchtlich höhern Lage

der erwärmten und das Sinken der abgekühlten Theile sich fortpflanzte, nicht niederwärts gehen, weil die verdünnten Theile nicht sinken können, und daher, selbst bei jener sehr unwahrscheinlichen Annahme, doch keine Erwärmung und Ausdehnung der Luft in der Höhle statt finden. 4. Aus den Versuchen des Herrn Duvernois, (deren Beschreibung man in der *Encyclopédie methodique*, Artikel

Genfs, mit der eine beträchtlich geringere Lufttemperatur verbunden seyn muſs, erklären,

Guyton erwähnt bei Gelegenheit des Saussürschen Aufsatzes, in den *Annal. de Chimie*, t. 25, p. 81, einiger Beobachtungen, die Kirwan 1788 auf seiner Durchreise durch Dijon mit einem guten Fahrenheitischen Haar-Thermometer über die Temperatur in der Tiefe der Brunnen gemacht habe. Er fand sie im Durchschnitte kälter als gleich tiefe pariser Brunnen. Was ihn in Verwunderung setzte, waren 2 Brunnen in Guyton's Wohnung, die, nur 14 Toisen von einander entfernt, einen Temperatur-Unterschied von 2° zeigten. Der kältere stieſs gegen Norden, der wärmere gegen Süden an ein Gebäude. Die Beobachtungen auf das Reaumürsche Thermometer reducirt, waren folgende:

Pariser Brunnen, mittlere Temperatur	9°,333
Brunnen südwestlich von Dijon	8°,444
Brunnen in Guyton's Wohnung zu Dijon	
erster, nach Norden zu frei	8,333
zweyter, nach Süden zu frei	7,25

Sollte vielleicht auch die Verdünstung an diesem Unterschiede mit Schuld seyn, oder nur ein Mangel an Sorgfalt im Beobachten? *d. H.*

ir, Seite 686, und auch im erſten Theile der *Annales de Chimie* findet,) erhellt, daſs die gemeine ift, wenn ihre Temperatur von 0° bis 20° nach aumur erhöht wird, ſich kaum um $\frac{1}{12}$ ihres ganzen lumens ausdehnt, daher ſie ſich, bei dem von Hrn. n Sauſſüre angenommenen Unterſchiede der mperatur, kaum um $\frac{1}{80}$ ausdehnen möchte. Die hle, die ſo nahe an der Oberfläche der Erde liegen l, daſs ſie innerhalb des Wirkungskreiſes der Jahrzeiten iſt, müſste folglich 8omal mehr Luft entten, als den ganzen Sommer hindurch, durch e ihre Oeffnungen ausſtrömt. Zwar läſst ſich, il weder dieſe Oeffnungen noch die Geſchwingkeit der Luftſtröme bekannt ſind, hierauf keine rmliche Berechnung über den Inhalt einer ſolchen öhle gründen. Aber auf jeden Fall ſcheint es ganz nwahrſcheinlich zu ſeyn, daſs ſich ein ſo groſser uftbehälter dicht unter der Erdfläche befinden llte. Beſonders iſt es, nach allen Beobachtungen, icht im geringſten wahrſcheinlich, daſs der *Monte Teſtaceo* eine ſolche Aushöhlung in ſich ſchlieſse, der mit ihm in Verbindung ſtünde. 5. Endlich iſt es eine ſehr willkührliche Annahme, daſs der Behälter ſelbſt immer ganz trocken, die Gänge hingegen, durch welche die Luft herausſtrömt, immer feucht ſeyn ſollen.

Dieſer freimüthigen Prüfung der Erklärung des Herrn von Sauſſüre füge ich einige Gedanken über die Urſache dieſes Phänomens bei, die ich widerlegt zu ſehn wünſche, ſollte in ihnen ein Irrthum

verborgen seyn, oder sollten Thatsachen und künftige Entdeckungen ihnen entgegen stehn.

Es scheint mir alles auf dem einfachen Umstand zu beruhen, dass die Höhle, die von einer ansehnlichen Stein- oder Erdmasse umgeben ist, ihre Temperatur *nur vermittelst der Luft* oder eines andern sie durchdringenden Fluidums, zu verändern vermag. Wir wollen z. B. annehmen, die St.-Paulskirche in London, die bis zum Dache beinahe 400 Fuss hoch ist, sey mit Scherben von Töpfergefäßen angefüllt. Diese grosse Masse würde zuerst die Temperatur der Luft besitzen, in der sie aufgebaut wurde. Da aber Thon und die meisten erdigen Stoffe schlechte Wärmeleiter sind, so würden die Wirkung der Sonnenstrahlen und die zunehmende Wärme der äussern Luft sich in diesen Steinhaufen nur auf eine sehr kleine Tiefe erstrecken, und zwar nach verschiednen bekannten Thatsachen zu schliessen, kaum bis zu einer Tiefe von 3 Fuss. Wir wollen nun annehmen, die äussere Luft wäre um 10° abgekühlt worden. Die ganze Luftmasse innerhalb des Scherbenhaufens würde dann, da sie leichter wäre, als die ausserhalb, durch die obern Oeffnungen der Kirche hinausdringen, dem Drucke zufolge, mit dem die dichtere äussere Luft durch die untern Oeffnungen hineindränge; und diese würde so fortdauern, bis alles im Innern des Gebäudes die Temperatur der äussern Luft bekommen hätte. Folglich müsste, (wenn wir sowohl die Capacität der Thongefäße und der Luft für die Wär-

e, als auch die Gröſsen der Zwiſchenräume und r feſten Theile im Scherbenhaufen gleich ſetzen,) ne Luftmaſſe von einem beinahe tauſendmal ſo gro- en Umfange, als der des Gebäudes iſt, durch die wiſchenräume hindurchziehn, bevor alles die emperatur der Luft wiedergewönne.*) Käme nun

*) Nicholſon ſcheint bei dieſer Erläuterung zunächſt den *Monte Teſtaceo* vor Augen gehabt zu haben, der, nach Sauſſüre's Beſchreibung zu urtheilen, ungefähr den Umfang der Paulskirche haben mag, und, welches mir jedoch unglaublich ſcheint, ganz aus thönernen Scherben zuſammengeſetzt ſeyn ſoll. Geſetzt, dieſer Berg habe gleichen Inhalt mit einem Kegel, der 300 Fuſs hoch iſt, und deſſen Grundfläche 1200 Fuſs im Durchmeſſer hat, ſo enthielte er 112 Millionen Kubikfuſs. Davon mögen die Scherben oder ſonſtigen Geſchiebe $\frac{4}{5}$, die Zwiſchenräume $\frac{1}{5}$ betragen, ſo wären 22 Millionen Kubikfuſs Luft in dem Berge. Sollten dieſe in einem Tage aus 500 Zuglöchern, deren jedes einen Quadratzoll im Querſchnitt hielte, aus dem Innern des Berges ausſtrömen, ſo geſchähe das mit einer mittlern Geſchwindigkeit von etwas mehr als 5 F. in einer Sekunde, welches einen ganz merklichen Luftſtrom gäbe. Behielte die äuſsere Luft ihre Temperatur unverändert bei, und nehmen wir an, daſs die Capacität für Wärme ſich ungefähr nach den Dichtigkeiten richte, ſo würden 7500 Tage, d. h. 20 Jahre, darauf vergehn, ehe die Scherbenhaufen bloſs von der hindurchſtreichenden Luft bis zu einerlei Temperatur mit ihr gebracht würden. Man ſieht daher, daſs die Erkältung der durchziehenden

vollends der Winter, und erkältete die äuſs
Luft immer mehr, ſo würde dieſer Luftzug, d
bei der Thüre oder am Boden des Haufens h
eindringt, und oberhalb herausſtrömt, ſo lan
fortdauern, als die äuſsere Luft an Kälte d
innern Theile des Haufens überträfe, und die G
walt des Luftzuges müſste um deſto gröſser ſey

Luft ſehr wohl den ganzen Sommer hindurch
ziemlich in gleichem Grade ſtatt finden kann. Wi
te kein andrer Grund einer Temperatur-Verä
rung in einem ſolchen Berge, als bloſs die ein
ziehende Luft; ſo müſste er ſo ziemlich die mi
lere Temperatur der Erde (8°,4 R.) unverände
behalten. Allein da die äuſsere Temperatur-V
änderung doch etwas in die Erde ſelbſt, wenn gle
nicht tief, hineingeht, und überdies, wenn d
Zwiſchenräume im Berge weniger im Verhältni
der Maſſe ſind, als wir annehmen, die Tempera
der Theile, welche die Luft berührt, da Ti
und Erden ſchlechte Wärmeleiter ſind, ſich etw
ſchneller verändern würde; ſo erklärt es ſich au
aus dieſem von Nicholſon angegebnen Grun
(beſonders wenn man noch die Verdunſtung z
Hülfe nimmt,) genugthuend, wie in den v
Säuſſüre beſuchten Ventaroles die herausdri
gende Luft nicht immer die mittlere und eigen
Temperatur hatte, ſondern gegen den Winter z
wärmer als im Anfange des Sommers war. D
aus demſelben Berge Luft von verſchiedner Wärm
herausdringt, wie im *Monte Teſtaceo*, erklärt ſic
leicht aus der verſchiednen Länge und Weite de
Kanäle, welche die Luft durchſtreicht. *d. H.*

je gröfser der Unterſchied zwiſchen dieſen Temperaturen iſt. Hätte nun aber der Winter die ganze Maſſe dem Gefrierpunkte nahe oder unter denſelben gebracht, und bei Rückkehr des Frühlings würde die äuſsere Luft erwärmt und verdünnt; ſo müſste umgekehrt die innere kalte, und mithin verdichtete Luft des Haufens, unterwärts herausſtrömen, und dagegen die warme äuſsere Luft oberhalb nachdringen, und, im Scherbenhaufen abgekühlt, ebenfalls wieder unterhalb herausdringen. Die Stärke dieſes Luftzuges würde ſich wiederum nach dem Unterſchiede der Wärme der äuſsern Luft und des Scherbenhaufens richten.

Man kann ſich hier ſehr viel verſchiedene Fälle denken. Iſt die Scherbenmaſſe ſehr groſs, ſo wird auch der äuſserſte Grad der Temperatur-Verſchiedenheit um deſto beträchtlicher, und ihre Wirkung deſto dauernder und ſtätiger ſeyn. Bei groſsen Scherben iſt der Luftzug ſchneller, aber auch die Erkältung geringer; und befindet ſich innerhalb der Scherbenmaſſe eine beſtändige Quelle von Feuchtigkeit, ſo muſs der herabſinkende Luftſtrom durch die Ausdünſtung, die er bewirkt, noch ſtärker erkältet werden.

Ich habe hier der *Paulskirche* deshalb Erwähnung gethan, weil ich oft bei heiſsem Wetter einen auffallend kühlen Luftzug fühlte, der aus den Thüren und Gewölben dieſes Gebäudes kam, und der, wie ich glaube, durch das Abkühlen der Luft, an den groſsen Maſſen von Mauerwerk in ihr hervor-

gebracht wird. Da mir die wahrſcheinliche Urſache dieſes Luftzugs vor der gegenwärtigen Unterſuchung nicht einfiel, ſo habe ich den Umſtänden nicht genauer nachgeforſcht. Luftzüge dieſer Art ſind indeſs ſehr gewöhnlich. Der ſehr bekannte Verſuch mit einem Lichte, das man erſt oberwärts und dann unterwärts vor die geöffnete Thüre eines Zimmers hält, iſt von derſelben Art. Sind die Luft und die Wände innerhalb der Stube wärmer als die äuſsere Luft, ſo wird die Flamme in der Höhe hinauswärts, und am Boden der Thüre hineinwärts geblaſen. Das Gegentheil geſchieht, wenn die Wände der Stube oder ihre Luft kälter ſind.*) In die-

*) Gerade auf demſelben Grunde beruht auch der *regelmäſsig wechſelnde See-* und *Landwind*, den man an den Küſten der heiſsen Zonen wahrnimmt. „In *Malacca* z. B. erhebt ſich, nach eines aufmerkſamen Beobachters Angabe, (Herrn Henſels zu Pirna, im Journal für Fabriken, 1799, Oct., S. 302,) regelmäſsig täglich zwiſchen 11 und 1 Uhr Mittags der *Seewind*, und weht ſehr ſtark bis Abends gegen 6 Uhr, zu welcher Stunde, ſollte er auch noch ſo heftig blaſen, der *Landwind* an ſeine Stelle tritt, der bis gegen 11 Uhr des andern Tages anhält. Beide geben eine angenehme Kühlung, ſo daſs das Fahrenh. Thermometer ſich in Malacca, ob es gleich nahe an der Linie liegt, doch immer zwiſchen 80 und 90 Grad erhält, indeſs es in Calcutta unter 23° nördlicher Breite im April und Mai nicht ſelten im Schatten bis auf 110° ſteigt. Nur in den

ſem Falle gleicht der untere Luftzug dem kühlenden Winde den Höhlen. Bohrte man im Sommer

Zwiſchenzeiten, da beide Winde eine Pauſe machen, iſt es erſtickend heiſs.“

Die Erde wirft viel mehr Sonnenſtrahlen zurück, und wird ſelbſt viel ſtärker im Sonnenſcheine erhitzt, als das Waſſer, welches einen groſsen Theil der Sonnenſtrahlen verſchluckt. Bald nach Sonnenuntergang, der hier ſtets um 6 Uhr erfolgt, fällt der Thau in dieſen heiſsen Ländern in auſserordentlicher Fülle, und dieſer Uebergang dampfförmiger Flüſſigkeiten in tropfbare erkältet die Luft ſo ſtark, daſs dadurch eine empfindliche Kühlung entſteht. Die Luft über dem Waſſer wird nicht ſo ſtark erkältet, ſteigt alſo als die leichtere auf, und die ſchwerere Landluft zieht nach der See zu. Daher der kühle Landwind die Nacht über, der wahrſcheinlich mit einem Gegenwinde in den höhern Regionen begleitet iſt. Nach Sonnenaufgang muſs erſt aller Thau verdunſtet, und die Erdfläche eine Zeit lang durchhitzt ſeyn, ehe ſie und die Luftſchicht über ihr ſtärker als das Waſſer erwärmt ſind, (welches, wegen der zunehmenden Verdünſtung mit gröſserer Wärme, einen gewiſſen Wärmegrad nicht leicht überſteigt.) Daher dauert der Landwind bis 11 oder 12 Uhr fort. Alsdann aber wird die Landluft die leichtere, ſteigt alſo aufwärts, und die kältere, und folglich ſchwerere Seeluft zieht längs der Seefläche zum Lande hin, und dieſer Luftzug dauert ſo lange, bis die Sonne ſinkt und der Thau die Landluft wieder abkühlt und zur ſchwerern macht. So geht dieſer Wechſel beſtändig fort, und ſo wird die Temperatur an der Küſte mittelſt der Ver-

zwei Löcher in eine Kellerthüre, das eine in den obern, das andere in den untern Theil; ſo würde die

dunſtung immer ſo ziemlich in einerlei Höhe erhalten.

„Der Landwind iſt in Malacca, wie Herr Henſel meint, deshalb ſo erfriſchend, weil er, da Malacca eine Halbinſel iſt, immer über das Meer herkömmt, da hingegen der heiſse Landwind an der Küſte von Coromandel über die brennenden Sandwüſten Perſiens herweht.“ Dieſes iſt aber wohl nicht der wahre Grund. Der Landwind in Malacca kommt wohl ſchwerlich über das Meer, ſondern bläſt zu gleicher Zeit an der Weſtküſte öſtlich, an der Oſtküſte weſtlich, da der Grund, der ihn veranlaſst, an beiden Küſten derſelbe iſt, und ſo bläſt auch wahrſcheinlich an beiden zugleich der Seewind. Nur erhält die Nachbarſchaft der See ringsum die Landluft überhaupt in einer niedrigern Temperatur als an der Küſte Coromandel, wo an die perſiſchen Wüſten wohl ſchwerlich zu denken iſt.

„Die häufigen und auſserordentlichen Donnerwetter, bemerkt Herr Henſel weiter, tragen ebenfalls ſehr viel zur Mäſsigung der Hitze bei. Sie bringen eine ſolche Kühlung, daſs ich mehr als Ein Mahl des Nachts auf meinem Lager ſo fror, daſs ich zu mehrerer Bedeckung meine Zuflucht nehmen muſste. Freylich iſt dort der Körper gegen den geringſten Grad von Kälte empfindlicher als in unſerm Klima, da dort die Schweiſslöcher durch die Hitze ſo ſehr geöffnet werden. — Der Süd-Oſtwind herrſcht hier faſt das ganze Jahr durch, (den ſich nicht weit erſtreckenden Land- und See-

Zweifel das obere Loch die Luft einziehn, und das andere einen kalten Strom ausſtoſsen, bis die Kellerwände die Wärme der äuſsern Luft erhalten hätten.*)

wind nicht gerechnet;) die Gewitter ſteigen aber immer von Nord-Weſt auf; der Kompaſs iſt bei ihnen in einer beſtändigen unruhigen Bewegung; ja, ein Kapitän eines engliſchen Oſt-Indien-Fahrers erzählte mir, die Nord-Spitze ſeiner Magnetnadel habe in einem ſehr heftigen Ungewitter gänzlich nach Süden gewieſen." *d. H.*

*) Daſs etwas ganz ähnliches beim *Wechſel des Luftzugs in Bergwerken* vorgeht, iſt bekannt. Liegen zwei mit einander durchſchlägige Schachte in verſchiedener Höhe; ſo geht im Frühjahre, da die Luft wärmer als die Erde iſt, ein warmer Luftzug zum höher liegenden Schachte hinein, hingegen im Herbſte und Winter, ſo lange die Luft kälter als die Erde iſt, ein kalter Luftſtrom vom niedriger zum höher liegenden Schachte; wovon der Grund derſelbe iſt, woraus Nicholſon die *Ventarole* erklärt. *d. H.*

VI.

Ueber die ſpaniſchen Alcarazzas,

von

FABRONI. *)

Alcarazzas nennt man in Spanien eine Art von Krügen oder thönernen Gefäſsen, welche dazu beſtimmt ſind, das hineingegoſſene Trinkwaſſer abzukühlen. Die Erde, aus der ſie beſtehn, läſst Waſſer hindurchſickern, und indem dieſes verdunſtet, bewirkt es, den bekannten Geſetzen der Wärme gemäſs, die gewünſchte Kühlung. **) Man verfer

*) *Journal de Phyſique*, T. VI, p. 228.

**) Nach Sallior's Beſchreibung in der *Décade philoſophique*, An 6, Frim. 30, welche Guyton in den *Annales de Chimie*, T. XXV, p. 167, wiederholt, ſind dieſe Krüge 1 Fuſs hoch, ½ Fuſs weit und wie die gewöhnlichen Waſſerkrüge mit einer engern Oeffnung und weitern Bauchung geſtaltet. Sie ſind auch in der Barbarey und in Aegypten gewöhnlich, und wahrſcheinlich von den Mauren nach Spanien gebracht worden, wo ſich ihrer jedermann zur Abkühlung ſeines Getränks bedient; ein während der Hundstagshitze ſehr ſchätzbare Sache. Iſt das Gefäſs gut, ſo ſchwitzt die ganze Oberfläche, und wird es in freier Luft oder noch beſſer in einen Luftzug geſetzt, ſo kühlt das Waſſer darin ſich ſehr ſchnell. Auch ſoll man röthliche Alcarazzas haben, welche die Eigenſchaft beſitzen, dem Waſſer einen angenehmen Geſchmack zu geben. *d. H.*

gt ſie an verſchiedenen Orten Spaniens; die beſten nd berühmteſten kommen von *Andujar* in *Anda-ſien*, wo ſie aus einer Mergelerde gemacht wer-en, die man am *Ianuſoro*, einem kleinen ¼ Stun-e entlegenen Strome findet. Dieſe ſoll man, mit hr feinem Sande, auch mit etwas Kochſalz ver-iſcht, formen und brennen, und es kommt da-i darauf an, nach dem Brande eine poröſe Maſſe erhalten, welche immer gerade ſo viel Waſſer, nd nicht mehr, durch ſich hindurchläſst, als auf r Oberfläche des Gefäſses beſtändig fort verdun-et. Dringt mehr hindurch, ſo verliert man vom aſſer mehr als nöthig; und dringt zu viel heraus, wird das Innere minder abgekühlt. Nach Sal-or ſollen die Alcarazzas in Madrit, wenn die emperatur der Luft 30° beträgt, ihr Waſſer bis f die Temperatur in Kellern abkühlen, welches nn doch wenigſtens eine Abkühlung von 15 bis 0° betragen würde.

Fabbroni ſetzte im Jahr 6, am 30ſten Meſſi-r, 3 Alcarazzas, welche beinahe 50 Pfund Waſ-r enthielten, und zugleich kupferne Gefäſse von emſelben Inhalte, an die freie Luft, um die Ver-unſtung in ihnen zu vergleichen. Die Tempera-ur der Luft war 17° nach Reaumür; das Waſſer den kupfernen Gefäſsen nahm ſehr bald dieſel-e Wärme an; das in den Alcarazzas erhielt ſich ber immerfort auf 13°, alſo in einer Temperatur, ie um 4° geringer als die Luft war. Ihre äuſsere

Oberfläche war vom durchſickernden Waſſer lich feucht, und ungeachtet die Luft nur ſeh nig vom Winde bewegt wurde, ſo geſchah das dunſten doch ziemlich ſchnell und häufig.

Dieſer Verſuch zeigt, was man von der kühlung dieſer Gefäſse bei uns zu erwarten Wer auch nur ein Pfund Eis täglich ſeinen tränke beimiſchte, würde eine gröſsere Al lung als um 4° zuwege bringen. Doch lie ſich durch einen Luftzug unſtreitig noch v treiben. *)

*) In Hindoſtan wiſſen ſich die Einwohner gera dieſelbe Art künſtliches Eis, und während d ckendſten Hitze Kühlung in ihren Zimmern z ſchaffen. Nach Williams Nachricht, üb Art, wie man bei *Benares* Eis verfertigt, (*Philo* 1793, p. 56, 129,) werden dort auf einem planirt wa 4 Morgen groſsen Orte, der 4 Zoll hoch mit belegt iſt, an hunderttauſend flache, unglaſirte i Pfannen neben einander geſetzt, die ſo porö daſs hineingegoſsnes Waſſer ſogleich hindurchſ und ſie äuſserlich befeuchtet. Dreihundert ſchen ſind beſchäftigt, ſie des Abends mit (waſſer zu füllen, und des Morgens um 5 Uh gebildete Eiskruſte heraus zu nehmen. B womit man das Gefäſs beſchmiert, hindert da ſich an das Gefäſs feſt zu ſetzen, welches ohn dabei zerbrechen würde. Das Stroh muſs kommen trocken ſeyn, ſonſt vermindert es di bildung. Die Luft iſt in der Nacht gewöh

Darcet, der die Maſſe dieſer Gefäſse chemiſch unterſucht hat, fand, daſs ſie Kalkerde, Thonerde und Kieſelerde, in faſt gleichen Antheilen, und etwas Eiſen enthalten. Daſs man ihnen Kochſalz bei-

ſehr ruhig, gegen Morgen aber erhebt ſich oft ein angenehmes Lüftchen. Gewöhnlich fand Williams, daſs ein Fahrenheitiſches Thermometer, welches er auf das Stroh legte, Morgens zwiſchen 5 und 6 Uhr, wenn die Kälte am gröſsten iſt und ſich oft ¼ Zoll dickes Eis gebildet hatte, auf 37 bis 40° ſtand, indeſs die Temperatur der Luft nach einem andern Thermometer immer 4° höher war. Hatte ein Wind die Eisbildung verhindert, ſo hatten beide Thermometer gleichen Stand, und nie fiel das Thermometer auf dem Strohe unter 35°.

Am 30ſten April 1792 ſchöpfte er aus einem 60 Fuſs tiefen Brunnen Waſſer, deſſen Temperatur er auf 74° fand, und füllte damit zwei ſolche neue und unglaſirte, und zwei alte Töpfe mit verſchloſsnen Poren. Als ſie 3 Stunden lang, von 2 bis 5 Uhr Abends, bei einem heiſsen Weſtwinde im Schatten geſtanden hatten, wo das Thermometer 95° zeigte, hatte das Waſſer in den alten Töpfen 84°, nach 4 Stunden ſchon 88°, in den neuen immer nur 68° Wärme. Bei einem zweiten Verſuche mit ihnen, am 1ſten Mai, als das Thermometer in der Sonne auf 110, im Schatten auf 100° ſtand, hatte das Waſſer, 4 Stunden lang einem heiſsen Winde ausgeſetzt, in den alten Töpfen 97°, in den neuen wiederum nur 68° Wärme.

Den 16ten Mai 1792 ſtand das Thermometer um 2 Uhr Nachmittags bei heiſsem Weſtwinde in der Sonne auf 118°, im Schatten im Winde auf

miſche, um ſie poröſer zu machen, ſcheint Fabbroni unwahrſcheinlich, und bei einer Erde, die im Brande ſchon an ſich porös genug wird, ganz überflüſſig zu ſeyn. Dergleichen Erde iſt die, aus welcher Fabbroni ſchwimmende Steine (*des briques flottantes*,) im Toskaniſchen gemacht hat, die ſich in Frankreich häufig findet, und die er, wegen ihrer völligen Aehnlichkeit mit Mehl, *Erdmehl* nennt. Sie enthält in 100 Theilen 55 Theile Kieſelerde, 15 Theile Talkerde, 12 Theile Thonerde, 3 Theile Kalkerde und 1 Theil Eiſen. Miſcht man mit ihr gewöhnlichen Thonmergel, ſo erhält man Gefäſſe, welche ganz die Eigenſchaften der Alcarazzas haben. Eben ſo giebt das Erdmehl, unter gewöhnlichen Töpferthon gemiſcht und dann gebrannt, ſehr gute Filtrirſteine.

110°, im Zimmer, wo vor Thüren und Fenſtern Matten hingen, die man mit Waſſer beſprengte (*Tatties*,) nur auf 87°. Den 7ten Jun. 113°, 104°, 83°. Der Grad der Erkältung ſoll deſto größer ſeyn, je heiſſer der Wind iſt, der durch die Tatties durchſtreicht.

Sind die Poren alter Alcarazzas mit Salzen, der ſich beim Verdunſten abſetzt, verſtopft, ſo laſſen ſie ſich, wie Guyton bemerkt, leicht wieder in brauchbaren Stand ſetzen, wenn man ſie nur einigemahl in kochendes Waſſer taucht. d. H.

VII.

ERKLÄRUNG

einer optiſchen Erſcheinung, welche ins Waſſer getauchte Gegenſtände verdoppelt zeigt,

von

HÄLLSTRÖM,
Lehrer der Phyſik zu Abo. *)

In der Lehre von der *Beugung des Lichts*, worunter man die Eigenſchaft deſſelben verſteht, daſs es, wenn es nahe an Körpern vorbeigeht, von ſeiner geraden Richtung abgebogen wird, ſtöſst man noch auf viel Unausgemachtes, und darf dieſe Materie noch nicht als beendigt anſehen. Es iſt daher kein Wunder, wenn der Beugung Erſcheinungen zugeſchrieben werden, welche ſich aus andern Eigenſchaften des Lichts glücklicher erklären laſſen. Zu dieſen zählt man wohl mit Recht die Verdoppelung einer ins Waſſer getauchten Nadel, welche der berühmte Herr Prof. Klügel zuerſt beſchrieben hat: **)

*) *Diſſertatio phyſica, continens explicationem Phaenomeni optici, quo obiecta, aquae ſubmerſa, duplicata conſpiciuntur. Auctore* M. Guſt. Got. Hällſtröm. Phyſ. Doct. Aboae 1797. Ausgezogen von Herrn Adj. Droyſen in Greifswald.

**) Prieſtley's *Geſchichte der Optik*, aus dem Engliſchen überſetzt von Klügel, Leipzig 1776, 1. Th., S. 392.

„Eine Tafel," ſagt er, „auf der 2 Nadeln ſ
„recht befeſtigt ſind, werde ſo ins Waſſer getau
„daſs die obere Nadel die Oberfläche des Wa
„berühre. *) Darauf bringe man das Auge
„dieſer Nadel und dem Bilde darunter in eine
„rade Linie, ſo wird das Bild geſpalten erſc
„nen. Hält man das Auge etwas von dem Br
„abwärts, ſo erſcheint das Bild wie eine Ga
„deren Zacken weit feiner ſind, als der Stiel.
„die Zacken ſich krümmen und in den Stiel zuſ
„menlaufen, welches neben dem Knopfe
„obern Nadel geſchieht, erſcheint ein feiner b
„rother Streifen auswärts. Bewegt man das A
„nach dem Brette hin, daſs ſich der Kopf der
„tern Nadel dem der obern nähert; ſo verli
„ſich der Stiel der Gabel und die beiden Zack
„laufen oben in einen halben Kreis zuſammen. I
„ſcheinbare Entfernung des geſpaltenen Bildes

*) Herr Profeſſor Klügel bediente ſich dazu zwe
Stecknadeln, die man ſich z. B. auf einen Pa
deckel beide ſenkrecht geſteckt, denke. Die
Deckel wird ſenkrecht ins Waſſer gelaſſen, ſo d
beide Nadeln horizontal unter einander lieg
und die obere das Waſſer berührt, die untere
Waſſer liegt. Unter gewiſſen Umſtänden wird da
der Stiel der Nadel verdoppelt, und von die
Verdoppelung iſt im Folgenden die Rede. I
Bild des Knopfs wird auf eine zuſammengeſetzt
Art verändert, wovon die Bemerkung am E
des Aufſatzes ſpricht. *d. H.*

„der obern Nadel schien mir eine gute Linie grofs,
„Sobald man die obere Nadel das Wasser nicht
„berühren läfst, fallen alle diese Erscheinun-
„gen weg.“

Nach dieser Erzählung will Herr Klügel den Grund dieser Erscheinung mit wenig Worten andeuten, indem er sagt: *er sey offenbar in der Beugung des Lichts zu suchen.* Da ich aber glaubte, dafs dies zum Verständnisse der Sache nicht hinreiche, und da, wie Herr Klügel selbst versichert, aufser ihm niemand diese Erscheinung beschrieben, viel weniger erklärt hat; so stellte ich einige, diesen Gegenstand betreffende Versuche an, von denen ich hier Rechenschaft ablegen, und woraus ich einige Schlüsse über die Natur und den Grund dieser Erscheinung ableiten will.

Vor allen Dingen schien es mir nothwendig, auf die Bedingungen zu sehn, unter welchen diese Erscheinung beobachtet wird, und auf die Umstände, von welchen sie vorzüglich abhängt. Ich liefs zuerst eine trockne Nadel das Wasser berühren: da ich aber die Erscheinung nicht gewahr werden konnte, und nur die obere Nadel die untere, ins Wasser getauchte, zu decken schien; so stellte ich das beobachtende Auge in *einer* Ebene mit den Nadeln; drückte das Brett, worauf die Nadeln befestigt waren, etwas nieder, so dafs die Oberfläche des Wassers um die obere Nadel etwas concav ward, (welches, wie bekannt, vorzüglich dann der Fall ist, wenn man die Nadel etwas mit Fett be-

ſtreicht.) *) Allein auch ſo wurde ich die erwartete Verdoppelung nicht gewahr, erblickte vielmehr gar kein Bild, ſo lange das beobachtende Auge ſo geſtellt war, daſs eine gerade Linie, von demſelben zur obern Nadel gezogen, gegen die Ebene durch die Nadeln, unter einem Winkel kleiner als 10 oder 12 Grad, geneigt war. Ich verwarf daher auch dieſe Stellung der Nadeln, als zu meinem Zwecke untauglich, drückte das Brett noch etwas tiefer nieder, ſo daſs die obere Nadel ganz ins Waſſer getaucht war, und nur ihre obere Seite die Waſſerfläche berührte, ſah aber nichts, als die obere Nadel, welche die untere zu decken ſchien.

Da die Erſcheinung auf dieſe Art nicht hervorzubringen war, zog ich das Brett wieder in die Höhe, und zwar ſo, daſs die obere Nadel mit dem Horizonte parallel war. Dieſe naſs gemachte Nadel hob nun das Waſſer in Geſtalt eines Rückens mit in die Höhe, indem die benachbarten Waſſertheilchen ſich an die untern Theile der Nadel anhängten. Sobald dieſes Erheben anfing, bemerkte ich auch die lange erwartete Verdoppelung der untern ins Waſſer getauchten Nadel, und je höher ich das Waſſer hob, um deſto mehr entfernten ſich dieſe beiden Bilder von einander. Dieſer Bilder waren entweder zwei, oder ſie liefen gegen das Ende der obern Nadel

*) Conf. *Diſſertat. de aequilibrio corporum aquae innatantium, a clariſſ. Ep.* Weigelio, 1766, Aboae, §. X, p. 21.

n einen Stiel zuſammen, oder ſie waren auch hier nit einem Halbkreiſe verbunden, je nachdem man das Auge in der Ebene durch beide Nadeln ſo ſtellte, daſs eine gerade Linie, von dem Auge durch das Ende der oberſten Nadel gezogen, die untere Nadel in einem Punkte zwiſchen ihrem Ende und dem Brette traf, oder ganz auſserhalb derſelben fiel, oder ſelbſt durch ihre Spitze lief.

Da aus dieſen Verſuchen erhellet, welche Figur die Waſſerfläche haben muſs, um die Erſcheinung hervorzubringen, ſo wird es nicht ſchwer zu beurtheilen ſeyn, ob die Lichtſtrahlen, welche von der untern ins Waſſer getauchten Nadel ins Auge kommen, wenn ſie bei der obern Nadel dicht vorbeigehen, ſo wie Herr Klügel meint, *gebogen* werden, oder ob ſie nicht vielmehr beim Austritte aus dem Waſſer in die Luft ſo *gebrochen* werden, daſs ſie ins Auge kommen, als gingen ſie aus zwei verſchiedenen Objekten aus. Die vier Lagen, welche die obere Nadel gegen die Waſſerfläche nach und nach in den Verſuchen annahm, ſind ſo beſchaffen, daſs die Beugung des Lichts, die immer dieſelbe bleibt, in allen dieſen Fällen immer die nämliche Wirkung hätte hervorbringen müſſen. Da nun die doppelten Bilder der Nadel nur Ein Mahl, in einer einzigen Lage geſehen wurden, ſo erhellet daraus deutlich, daſs die Beugung des Lichts allein die erwähnte Verdoppelung nicht hervorbringen konnte. Ueberdies zeigen die Verſuche deutlich, daſs, ſo lange die Oberfläche des Waſſers eben bleibt,

chung hervorgebracht werde, das will ich nun entwickeln.

Wenn zwei Nadeln so gestellt werden, dass, wenn die eine unter Wasser getaucht wird, die andere horizontale einen Theil der Wasserfläche erhebt; so lege man durch die Nadeln eine senkrechte Ebene, deren Durchschnitt mit der obern Nadel den Kreis *AB*, (Tafel II, Fig. 8,) mit der untern den Kreis *CD*, und mit der erhabenen Wasserfläche die krummen Linien *BE* und *AF*, die gegen die untere Nadel convex sind, bildet.*) Durch Versuche wissen wir,**) dass diese krummen Linien dicht an *B* und *A*, wo die erhabene Wasserfläche mit der obern Nadel zusammentrifft, beinahe vertical, und bei einem Durchmesser des Durchschnitts der Nadeln *AB* und *CD*, die als cylindrisch und gleich dick angesehen

*) Hier, so wie in der ganzen Abhandlung, ist immer nur vom Stiele, nicht vom Knopfe der Stecknadeln oder von Nähnadeln die Rede, welches man hierbei nicht übersehen darf. Die Figur stellt einen Durchschnitt beider cylindrischen parallel liegenden Nadeln, senkrecht auf ihre Achse vor.

d. H.

**) Wenn Wasser in einem durchsichtigen Gefässe enthalten ist, so dass das unter die Oberfläche gestellte Auge durch die Wände des Gefässes auf dieselbe sehen kann, wird man am besten gewahr werden können, wie die Krümmung des Wassers, wenn es durch das Anhängen an die Nadel gehoben wird, beschaffen ist. *Hällstr.*

mit einem und zugleich auch mit dem
bewaffneten Auge an
dar, von denen das vergrößerte nach
s unbewaffneten Auge
ist, was merkwürdig ist, entfernter zu
nen als das andere.*) 10. Im

n Schein fast ganz auf subjectiven Gründen be
t, und dabei so viel auf das Organ, auf Gewohn
t und Urtheil ankommt, so kann ich davon nicht
hl etwas gemeingeltendes aussagen. Bekannt ist
t es eine der leichtesten Methoden, die Ver-
serung von Glaslinsen und Ferngläsern zu prüfen,
dass man einen bequemen Gegenstand, dessen
ein Ziegeldach, mit einem Auge durch das Fern-
rohr vergrößert, mit dem andern durch das un-
bewaffnete Auge sieht, die Grenze beider Bilder
in einander fallend macht, und nun ihre Größe
vergleicht. Wer sich nicht darauf geübt hat, dem
verschwindet gewöhnlich das eine Bild, indem er
das andere gewahr wird. Dunkler erscheint das
vergrößerte allerdings nach Verhältniss des Qua-
drats der Vergrößerung; allein entfernter ist es
mir deshalb nicht vorgekommen. Sonderbar, dass
ich die vom Verfasser angegebenen Erscheinungen
eines Lichts durch ein Stück einer Tabakspfeifen-
röhre gehörig, durch eine conische Glasröhre da-
gegen, nur ein einziges Mahl auf einige Augen-
blicke wahrnahm, sonst durch sie immer nur *ein*
Licht mit beiden Augen erblickte. Dass dabei
nicht etwa ein Auge nichts sah, würde ich daraus
schliessen, dass bei dem Projektions-Mikrometer
die Bilder des Netzes auf Oehlpapier, das man mit

Linie *IO* convergiren. Kommt daher der Einfallsſtrahl dicht an *B*, ſo fällt auch der Vereinigungspunkt des gebrochenen Strahls mit der Achſe *IO* dicht an *I*, da der Durchmeſſer der Nadel nur unbedeutend iſt, bis endlich der gebrochene Strahl ſelbſt mit der Nadel *AB* zuſammenfällt. Das Auge mag alſo in einer beliebigen Entfernung über die obere Nadel, gleich viel in welcher, wenn es nur die Nadeln deutlich ſehen kann, in der geraden Linie *IO* ſtehen, ſo erhält es immer einen Lichtſtrahl, der aus *D* ausgeht und in *BE* gebrochen wird. Nun ſey *H* der Punkt der gekrümmten Waſſerfläche, von wo das Auge, das in *O* ſteht, den aus *D* ausgehenden Lichtſtrahl zugebrochen erhält. Der Strahl *DH*, der in *H* aus Waſſer in Luft tritt, muſs dann vom Einfallslothe *MN* ſo abgebrochen werden, daſs er in das Auge *O* einfällt, wenn der Sinus des Brechungswinkels *NHO* zu dem Sinus des Einfallswinkels in dem gegebenen Verhältniſſe $= 1 : m$ geſetzt wird. Der Strahl, der aus *C* parallel mit *DH* ausgeht; wird ſtärker als *DH* gebrochen, muſs alſo von *HO* nach der Brechung auf der Waſſerfläche divergiren, und daher in einem Punkte zwiſchen *I* und *O* die Linie *IO* treffen. Dagegen wird der Strahl, der von *C* nach *H* gelangt, in *H* wegen ſeines kleinern Einfallswinkels weniger als *DH*, folglich ſo gebrochen werden, daſs er den Strahl *DHO* in *F* ſchneidet, vom gebrochenen *HO* auf die andere Seite divergirt und mit der Linie *IO* entweder über *O* hinaus, oder gar nicht zuſammentrifft. Unter der

aus C auslaufenden Strahlen mufs deshalb nothwendig irgend einer, CG, gegen DH so convergiren, dafs er nach der Brechung in G, die Achse im Punkte O schneidet, mithin ins Auge fällt.

Aus ähnlichen Schlüssen läfst sich zeigen, dafs die Strahlen, welche aus den zwischen C und D liegenden Punkten im Durchschnitte der untern Nadel CD ins Auge kommen, insgesammt auf die Wasserfläche zwischen G und H auffallen müssen, und zwar liegt ihr Einfallspunkt immer näher an G, je näher an C der Punkt ist, von wo der Strahl ausgeht. In derselben Ordnung, wie die Strahlen aus CD unter einander ausgehn, nimmt sie folglich auch das Auge aus GH auf, daher es durch GH das vollkommene Bild von CRD, aber nicht an dem Orte C, sondern in PQ bemerkt. Eben dies gilt von der andern Seite, wo das Auge das Bild von CRD nicht in C, sondern in UV sehen mufs.*)

*) Die Verdoppelung des Stiels beider Stecknadeln ist auf diese Art, allerdings sehr genügend blofs aus der Brechung der Lichtstrahlen an der erhobenen Wasserfläche erklärt. Was die Erscheinung des Knopfs der untern Nadel betrifft; so mufs er, durch die Wassererhebung um den obern erblickt, aus denselben Gründen, um diesen in Gestalt eines Ringes erscheinen, (wie Klügel ihn in der That wahrnahm S. 236, Zeile 17, vergleiche S. 239, Zeile 2,) der, wenn man das Auge aus der geraden Linie durch die Mittelpunkte beider Knöpfe, vom Brette abwärts, bewegt, sich nach die-

ſer Seite hin erweitert, nach der entgegengeſetzten verengert, und ſo den Stiel zur feinzackigen Gabel abgiebt, die Klügel in dieſer veränderten Lage des Auges bemerkte. Die Strahlen vom jenſeitigen Theile des untern Knopfs und den daran ſtoſsenden Theilen des Stiels gehn in dieſer Lage des Auges ſo nahe beim obern Knopfe vorbei, daſs ſie allerdings gebogen werden können, und auf dieſer *Beugung* beruht unſtreitig die von Klügel bemerkte „Krümmung der Zacken, wo ſie neben dem Knopfe der obern Nadel in den Stiel zuſammenlaufen, und der feine hellrothe Streif auswärts, der ſich in dieſer Stelle zeigt.“ Auch ſchreibt Herr Profeſſor Klügel in der angeführten Stelle die Erſcheinung nicht bloſs der Beugung, ſondern einer Beugung und Brechung zu. *d. H.*

VIII.

BEOBACHTUNGEN

über ſcheinbare Verdoppelung der Gegenſtände für das Auge,

von

L. A. von Arnim.

Zufällig ſah ich vor einiger Zeit nach einem Lichte durch eine Glasröhre, die an einer Seite weit war, auf der andern ſich in eine enge Oeffnung endigte. Ich war ſehr überraſcht, als ich das andere Auge öffnete, das Licht verdoppelt und die beiden Bilder in beträchtlicher Entfernung von einander zu ſehen. Vergebens bemühte ich mich, dieſe Erſcheinung irgendwo aufgezeichnet zu finden; dies beſtimmte mich, ſie genauer zu betrachten.

1. Sie fand ſich nicht bei einem leuchtenden Körper allein, ſondern bei jedem andern. 2. Sie war nicht Folge eines mechaniſchen Drucks auf das Auge, denn ich konnte die Röhre zwei Fuſs vom Auge entfernt halten, und die einzige begleitende Veränderung war, daſs die Bilder näher an einander rückten. 3. Sie war nicht in der beſondern Beſchaffenheit einer Seite der Röhre gegründet, denn es hatte keinen Einfluſs, wie ich auch die Röhre verſchieben mochte. Auch in der Durchſichtigkeit lag es nicht, denn ich konnte ſie unbeſchadet von innen und auſsen mit Papier bekleben. Auch war dieſe Röhre nicht allein dazu geſchickt, ſondern je-

de andere, die nur etwa 2 bis 3 Linien im Durchmeſſer hatte. 4. Selbſt die Röhre war nicht nothwendig, ſondern wenn ich eine Oeffnung von einer Linie im Durchmeſſer in ein Papier ſchnitt, mit dem einen Auge durch dieſes, mit dem andern unmittelbar nach einem Buchſtaben ſah, ſo erſchien dieſer verdoppelt. 5. Dieſe Erſcheinung iſt nicht vorübergehend, bedarf auch keines Kunſtgriffs, um zu gelingen, und findet für beide Augen ſtatt. 6. Das Bild in der Röhre liegt immer nach der Seite des Auges, welches nicht durch die Röhre ſieht; und nimmt man zwei Röhren, eine vor jedes Auge, ſo ſcheinen ſich die Röhren zu durchſchneiden; und ſchlieſse ich dann das rechte Auge, ſo verſchwindet das Bild an der linken Seite, und umgekehrt. 7. Das Bild in der Röhre iſt verändert, es iſt trüber, und man ſetzt es daher in eine etwas gröſsere Entfernung. 8. Man zeichne zwei willkührliche Figuren in einer kleinern Entfernung von einander, als in welcher beide Augen von einander ſtehen, verdecke die nächſte für das eine Auge durch ein Holzſtück, die andere für das andere Auge durch ein zweites Holzſtück, ſo wird, wenn immer nur Ein Auge geöffnet wird, die erſte Figur dieſſeits des erſten Holzſtücks, die andere dieſſeits des zweiten liegen. Werden hingegen beide Augen geöffnet, ſo fällt die erſte jenſeits des erſten, die zweite jenſeits des andern, und die beiden Holzſtücke ſcheinen zuſammenzufallen. 9. Einen Buchſtaben ſah ich durch ein Glas, welches etwa ums Doppelte

ergröſsert, mit einem und zugleich auch mit dem ndern unbewaffneten Auge an; es ſtellten ſich wei Bilder dar, von denen das vergröſserte nach er Seite des unbewaffneten Auges lag, ungeach- t es ſelbſt, was merkwürdig iſt, entfernter zu egen ſchien als das andere.*) 10. Ich wählte ein

*) Da Schein faſt ganz auf ſubjectiven Gründen beruht, und dabei ſo viel auf das Organ, auf Gewohnheit und Urtheil ankommt, ſo läſst ſich davon nicht wohl etwas gemein geltendes ausſagen. Bekanntlich iſt es eine der leichteſten Methoden, die Vergröſserung von Glaslinſen und Ferngläſern zu ſchätzen, daſs man einen bequemen Gegenſtand, beſonders ein Ziegeldach, mit einem Auge durch das Fernrohr vergröſsert, mit dem andern durch das unbewaffnete Auge ſieht, die Grenze beider Bilder in einander fallend macht, und nun ihre Gröſse vergleicht. Wer ſich nicht darauf geübt hat, dem verſchwindet gewöhnlich das eine Bild, indem er das andere gewahr wird. Dunkler erſcheint das vergröſserte allerdings nach Verhältniſs des Quadrats der Vergröſserung; allein entfernter iſt es mir deshalb nicht vorgekommen. Sonderbar, daſs ich die vom Verfaſſer angegebenen Erſcheinungen eines Lichts durch ein Stück einer Tabakspfeifenröhre gehörig, durch eine coniſche Glasröhre dagegen, nur ein einziges Mahl auf einige Augenblicke wahrnahm, ſonſt durch ſie immer nur *ein* Licht mit beiden Augen erblickte. Daſs dabei nicht etwa ein Auge nichts ſah, würde ich daraus ſchlieſsen, daſs bei dem Projektions-Mikrometer die Bilder des Netzes auf Oehlpapier, das man mit

um ungefähr eben ſo viel verkleinerndes Glas, und fand ebenfalls die Verdoppelung der Bilder; eben ſo lag auch jetzt das verkleinerte Bild auf der Seite des unbewaffneten Auges, und das verkleinerte Bild ſchien näher zu liegen. Unſer Urtheil über die Entfernung in dieſem und dem vorhergehenden Falle wird durch die Deutlichkeit beſtimmt, daher das gröſsere doch entfernter ſchien. 11. Wenn ich dagegen durch eine ſehr ſtark vergröſsernde oder verkleinernde Glaslinſe irgend etwas ſah, ſo blieb nur Ein Bild, wenn auch beide Augen nach dem Gegenſtande gerichtet waren, und ich konnte willkührlich bald das veränderte, bald das unveränderte Bild durch eine Veränderung, die, nach dem Gefühle, im Innern des Auges vorging, ſehen.

Ich will mit der Erklärung dieſer letztern Erſcheinung anfangen. Wir ſehen hier den Gegenſtand durch die Wirkung der Glaslinſe in einer von der wahren, (welche das andere Auge wahrnimmt,) verſchiedenen Entfernung. Da nun das Bild eines entfernten Gegenſtandes nicht ſo weit hinter die Kryſtall-Linſe als das Bild eines nähern fällt, zum deutli-

dem linken Auge ſieht, und z. B. des Mondes, den man mit dem rechten Auge durch das Fernrohr ſieht, in eins zuſammenfallen, und man den Mond auf dem Oehlpapiere liegend zu ſehn glaubt; wäre dieſer Fall nicht von dem des Verſuchs weſentlich verſchieden. d. H.

chen Sehen aber erfordert wird, dafs die Spitze des Strahlenkegels auf die Netzhaut fällt, ſo hat die Kryſtall-Linſe das Verömgen, welches Young *) ſehr ſcharfſinnig aus der faſerigen Bildung derſelben erklärt, nach dem jedesmahligen Gebrauche ihre Krümmung zu ändern. Da wir aber wahrnehmen, dafs alle andere innere Bewegungen des Auges, Stellung der Achſe u. ſ. w., von beiden Augen zugleich und gemeinſchaftlich gemacht werden, ſo läſst ſich auch auf ein gemeinſchaftliches Zuſammenziehen der Kryſtall-Linſe ſchlieſsen. Iſt aber dies der Fall, ſo wird, nach dem oben angeführten Grunde, bei einem beträchtlichen Unterſchiede, der Gegenſtand für das unbewaffnete Auge nicht ſichtbar ſeyn, in ſo fern er es für das bewaffnete wird, und umgekehrt.

Alle übrige Beobachtungen laſſen ſich eben ſo leicht aus angenommenen Bedingungen und Geſetzen des Sehens und des Lichts erklären, aus der Beugung deſſelben und aus der Ortsveränderung der Gegenſtände, die nicht im Horopter liegen. **) Das Licht oder jeder andere Gegenſtand, worauf wir ſehen, liegt hier im Horopter, alſo alles andere dies-

*) Gren's Journal der Phyſik, Bd. VIII, S. 415. *A.*

**) Vergl. Smith's *Optik*, S. 43 u. folg. Ich brauche wohl nicht zu erinnern, dafs die dort angeführten Beiſpiele vom Doppeltſehen nur eine der Urſachen mit den von mir beobachteten gemein haben. *A.*

ſeits oder jenſeits; ſo auch die Röhre, das Gla
das Papier, durch welches wir den Gegenſtand ſ
hen. Die Deutlichkeit und Gröſse des Gegenſta
des werden durch Beugung in der Röhre und im P
piere, durch Brechung im Glaſe verändert, der G
genſtand wird vergröſsert oder verkleinert, dunkl
oder heller. Die beiden Bilder ſind daher ve
ſchieden, und wir müſſen ſie an verſchiedene Or
ſetzen; da aber das mit bloſsem Auge Geſehene i
Horopter liegt, kann das andere nicht darin liege
ſondern es muſs in der Richtung der ebenfalls nich
im Horopter befindlichen Röhre, Glaſes oder Pa
piers ſeyn, und wird ſo auf einen dem andern
nicht correſpondirenden Punkt der Netzhaut fal-
len. Hieraus ſcheint die Erklärung aller beſchrie-
benen Verſuche unmittelbar zu folgen.

Durch die Beugung an einem Körper, der
nicht im Horopter liegt, läſst ſich auch, wie ich
glaube, die von Scheiner *) zuerſt beobachtete
Erſcheinung der Verdoppelung eines Lichts in dem-
ſelben Auge, wenn man es durch eine Karte ſieht,
in welche mehrere Löcher geſtochen ſind, leich-
ter als nach la Motte erklären. **) Auch er-
klärt es ſich, wie Rochon, ***) durch Zuſam-
menſetzung von Glasplatten von verſchiedener
Brechbarkeit, einen künſtlichen verdoppelnden Kry-
ſtall hat hervorbringen können, und warum Trun-
kene und andere, denen ein Auge voll Waſſer

*) Schottii *mag. univerſ.*, p. 37. *A.*

**) *Verſuche und Abhandlungen der Geſellſchaft in Dan
zig*, B. II, S. 290. Prieſtley's *Geſchichte de
Optik*, überſetzt von Klügel, S. 490. *A.*

***) Crell's *Neueſte Entdeckungen in der Chemi*
Th. IX, S. 3 bis 6. *A.*

ſteht, ohne Verrückung der Augenachſe etwas doppelt ſehen können.

In allen oben angeführten Fällen wurde ein Gegenſtand immer von beiden Augen deutlich geſehen; es wurde auch der Grund gezeigt, warum er verſchieden geſehen wurde. Dies iſt der von Gaſſendi *) und ſpäter von Herrn Mönnich **) vertheidigten Behauptung der relativen Ruhe des einen Auges, wenn gleich beide nach Einem Gegenſtande gerichtet ſind, wenigſtens in ſo fern entgegen, daſs doch beim erſten Anſchauen eines Gegenſtandes beide Augen thätig ſind. Sonſt würde, wenn ich einen Gegenſtand durch jene Röhre betrachte, und nun das andere Auge öffne, die Verſchiedenheit nicht wahrgenommen werden können. „Wenn ich", ſagt Herr Mönnich, „beide offene Augen auf Einen und denſelben Gegenſtand „richte, ſo iſt die Richtung des einen Auges von „der des andern verſchieden." Das iſt aber der Erfahrung gar nicht gemäſs, nach welcher die beiden Augenachſen ſich immer unter demſelben Winkel nach einem Gegenſtande richten.

Die Verſuche, die Herr Mönnich anführt, beweiſen alle nur, daſs bei einigen Menſchen der Fall iſt, daſs ſie gewöhnlich nur mit Einem Auge ſehn. Der erſte Verſuch, (S. 47,) über einen Gegenſtand, der, von einem andern zwiſchen ſtehenden gedeckt, mit beiden Augen nicht geſehen wird, und hervortritt, wenn man ein Auge zumacht, der, wie er ſelbſt ſagt, nicht allen gelingt, hat keinem von denen, die ich um Wiederholung bat, gelin-

*) *Opp.*, T. II, p. 395. *A.*

**) *Sammlung der deutſchen Abhandlungen der Berliner Akademie*, Berlin 1796, S. 46 bis 66. *A.*

gen wollen. Wenn dabei nicht ein Irrthum gefunden, dafs die Achfe des einen Auges Zumachen des andern die Lage verändert, wenigftens diefer Erfolg ganz fubjectiv.

Eben fo wenig läfst auch der Erfolg der W holung der Janinfchen Verfuche eine allge Folgerung zu. Janin *) fah durch Brille verfchieden gefärbten Gläfern nach einem G ftande, und fah diefen in der Farbe, die au Vorhalten beider Gläfer vor Ein Auge entfte wurde z. B. aus blau und gelb, grün; aus bla roth, violett. Herr Walther **) wieder diefe Verfuche mit gleichem Erfolge, aber Mönnich fah immer nur Eine der beiden F und höchftens nur einen vermifcht gefärbten Ich habe jene Verfuche ebenfalls wiederholt ein dem Janinfchen völlig entfprechendes R erhalten. So weit ich die Gegenftände mit b Augen fehen konnte, hatten fie die Farbe der mifchung; das hingegen, was nur mit Einem A gefehen wurde, die Farbe des vorgehaltenen Gl

Hieraus folgt, dafs es noch völlig unerwiefe dafs beim gröfsten Theile der Menfchen gewöh eine relative Ruhe des einen Auges ftatt finde, vielmehr Verfuche dagegen find, dafs hingegen Verfuche, die bisher zum Beweife gebraucht w den, nur in der ausgezeichneten Befchaffenheit Augen der einzelnen Menfchen gegründet waren

*) Janin's *Abhandlung über das Auge und f Krankheiten*, Berlin 1776, S. 38 u. 39. A.

**) *Deutfche Abhandlungen der Akademie zu Ber* Berlin 1793, S. 3 bis 11. A.

F
C
B
2
K
L
D
E
Q
B
Fig: 6
Q
C
K.

Entfernung oberhalb derſelben geſehn, über d
See erhaben, und durch einen beträchtlichen Zw
ſchenraum von ihr getrennt ſchienen. Den merk
würdigſten Anblick dieſer Art hatte ich zu Mu
cao, einige Tage vor einem Sturm (typhon
in welchem das Schiff auf der Rhede ſeinen To
maſt verlohr; nie ſah ich das Land und die G
birge ſo hoch über der See, und durch einen gr
ſsern Zwiſchenraum von ihr getrennt.

Unſtreitig geht bey dieſer Erſcheinung ei
Brechung der Strahlen vor. Es ſcheint mir, d
die Luft, ſtatt nach der Oberfläche der See zu h
dichter zu werden, alsdann von einer gewiſ
Höhe ab ſich verdünne, wovon der Grund in d
Dünſten, die aus der See aufſteigen, liegen m
und daſs dann der gebrochne Strahl auf die en
gengeſetzte Art, wie gewöhnlich, d. h. herabwä
gekrümmt wird. Vielleicht daſs grade dieſe
ringere ſpecifiſche Schwere der Lufttheilchen
mittelbar über der See die wahre Urſach
ganzen Verdunſtung iſt. Die Lufttheilchen
mittelbar über dem Spiegel der See, ſchwänge
ſich bey ihrer Verwandtſchaft zum Waſſer, mit
pandirten Waſſertheilchen, und bilden luftförmi
Dünſte, die ſpecifiſch leichter als die trockne L
ſind, und deshalb in ihr aufſteigen. Indem ſie
die Höhe ſchwimmen, geben ſie den andern L
theilchen etwas von ihrer Feuchtigkeit ab,
werden dadurch endlich eben ſo trocken, und
hin eben ſo dicht, als die übrige Luft. Doch

t eine bloſse Vermuthung, die ich nur beyläufig
ıführe *).

Im Jahr 1793 hatte ich Gelegenheit zu *Allon-*
y in *Cumberland* eine ähnliche Beobachtung an
em Vorgebürge *Abbey-head* auf der gegenüber-
egenden ſchottiſchen Küſte (in Galloway) anzuſtel-
n. Mein Fenſter lag ungefähr 50 Fuſs über dem
ımaligen Spiegel der See, und 7 Stunden vom
orgebirge. Etwas über eine Stunde weit er-
eckte ſich bis an die See eine dürre Sandfläche,
e 3 oder 4 Fuſs höher als die See lag, und über
ſe Sandfläche *xy* weg zeigte ſich mir das Vorge-
ge, wie es in Fig. 1. Taf. III. abgebildet iſt. Nicht
eit über dem Sande erſchien in *HO* der Seehori-
nt. Die Sandbank *d* (hummock) exiſtirte nicht
irklich, ſondern war ein Theil des Vorgebirgs,
ıcher getrennt und einzeln, ziemlich hoch über
r See, ſo daſs zwiſchen beiden ein freyer Zwi-
ıenraum blieb, zu ſchweben ſchien. — Als
ı darauf ungefähr 25 Fuſs herabſtieg, ſo daſs die
ndfläche *xy* den ſcheinbaren Horizont abgab,

*) Aus den Beobachtungen des Abbé *Grubert* und des Baudirector *Woltmanns*, die der Leſer im nächſten Bande der Annalen in kurzen Auszügen finden wird, erhellt, daſs die Luft über dem Waſſer ſchon dann, wenn das Waſſer blos ſtärker als die Erdfläche erwärmt iſt, die geſchilderte Beſchaffenheit annimmt, welche aber allerdings durch den Umſtand, den Huddart berührt, noch verſtärkt werden kann. *d. H.*

war das ganze ſchwebende Gebilde, das ich von oben wahrgenommen hatte, verſchwunden, und das Vorgebirge unterſchied ſich überall beſtimmt von der Sandfläche.

Da ſich dieſes an einem Nachmittag ereignete, wo die Feuchtigkeit des Sandes gröſstentheils verflogen ſeyn muſste; ſo ſchlieſse ich, daſs wahrſcheinlich die Verdünſtung der See dicht über der Seefläche eine geringere Strahlenbrechung, als über dem Lande bewirkt habe, und daſs, wenn dieſes in dem Grade geſchieht, daſs ein Gegenſtand, gleich *d*, über dem Horizonte völlig zu ſchweben ſcheint, vermöge dieſer verringerten Strahlenbrechung von jedem Punkte des Gegenſtandes zwey verſchiedne Strahlenkegel in das Auge des Beobachters kommen, wovon der eine den Gegenſtand über der punktirten Linie *AB* aufrecht, und der andre ihn zugleich unterhalb dieſer Linie verkehrt zeigt, wie das bey der beſchriebnen Erſcheinung der Fall war. Und hierzu bilde ich mir folgende phyſikaliſche Theorie. Die Luft - oder Dunſtſchichten, die unmittelbar über der Seefläche ruhen, ſind vermöge der aufſteigenden Waſſerdünſte ſtärker expandirt und dünner, als die darüber ſchwebenden, ſo daſs die Dichtigkeit der verſchiednen, unendlich dünnen Luftſchichten von der See an, aufwärts, anfangs zunimmt, bis ſie in irgend einer Schicht in geringer Höhe über der See, z. B. in der Fläche *AB*, am gröſsten wird. Dann erſt nimmt die

Dichtigkeit der höher liegenden Schichten, und zwar bis ins Unbeſtimmte ab. Dieſe *Fläche der gröſsten Dichtigkeit* trennt daher von einander eine Folge entgegengeſetzt liegender brechender Flächen, die unmerklich in einander übergehen, und deshalb ſchief einfallende Strahlen nach krummen Linien, den Geſetzen der Dioptrik gemäſs, ſo brechen, daſs ſie nach den dichtern Flächen zu hohl ſind*).

Um dieſen Grundſtein der Theorie, die ich mir über die horizontale Strahlenbrechung irdiſcher Gegenſtände bildete, wo möglich, durch Beobachtungen hinlänglich zu begründen, durchlief ich, wenn die Umſtände dieſen Erſcheinungen günſtig ſchienen, mit einem guten Teleſcop verſchiedne Theile jener Küſte, und fand, ſo ſelten es auch iſt Gegenſtände ſo nahe am Horizont, und in ſolcher Entfernung beſtimmt begränzt zu ſehn, doch Gründe genug zur Beſtätigung meiner Erklärung.

Einſt an einem ſchönen und heitern Tage, bey einem ſehr leichten Winde, als grade das Land über der See zu ſchweben ſchien, erblickte ich aus meinem Fenſter in einer Entfernung von ungefähr $1\frac{1}{2}$ geogr. Meilen ein kleines Schiff von 20 bis 30 Tonnen, auf das ich ſogleich, als auf den ſchicklichſten Gegenſtand, der mir für dieſe Beobachtung bisher vorgekommen war, mein Fernrohr richtete. Das Fernrohr war 40, die Spitze des Maſtes 55 Fuſs über dem Niveau der See erhaben, das Barometer ſtand auf 29, 7 engl.

*) Man vergl. Aufſatz IV. dieſes Stücks am Ende. *d. H.*

Zoll, das fahrenheitische Thermometer auf 54°, und die Luft zitterte, durch das Fernrohr gesehen, nur wenig. Die zweyte Figur stellt dieses Schiff vor, wie es im Fernrohr vergrößert erschien, und wie ich es sogleich bey der Beobachtung, so genau als durch bloßes Augenmaaß geschehen konnte, hatte zeichnete. Von der Spitze des Mastes bis zur untern Segelstange (*boom*) hinab, war alles gut begränzt, und ich sah den Kopf und die Schultern des Steuermanns sehr deutlich; aber der Körper des Schiffes selbst erschien ineinander gezogen (*contracted*), verwirrt, und ohne scharfe Begränzung. Das umgekehrte Bild war dagegen wieder von der untern Segelstange (*boom*) bis zur See herab, bestimmt begränzt, so daß ich zwar den Steuermann darin nicht deutlich wahrnehmen konnte, wol aber eine schmale Oeffnung zwischen dem Mast und der obern Segelstange (*gaff*), unmittelbar über dem Seehorizonte. Wäre der Mast 10 Fuß kürzer gewesen, hätte etwa nur bis *y* gereicht, so würde das ganze Bild über der See schwebend, und zwischen *y* und *d* ein freyer Raum gewesen seyn. Das umgekehrte Bild war eben so breit, doch nur $\frac{2}{3}$ so hoch, als das aufrecht stehende, wiewohl es mir während der Beobachtung, die ich eine Stunde lang fortsetzte, manchmal eben so hoch als jenes schien.

Die dritte Figur dient zur Erklärung dieser Erscheinung aus meiner Theorie. *A* ist das Fenster, aus welchem ich das Schiff *B* erblickte, *HO*

e nach der Kugelgeſtalt der Erde gekrümmte
eeresfläche, DC die von ihr gleich weit abſtehende
äche der gröſsten Dichtigkeit in der Atmoſphä-
, und die Linien aa', bb', cc', dd', bezeichnen
n Weg der auf verſchiedne Art gebrochnen Strah-
nkegel, die vom Schiff in das Fernrohr gelangen.

Der Strahlenkegel, deſſen Axe aa' iſt, und
r von einem Punkt beym obern Ende des
uptſegels ausgeht, bleibt in ſeinem ganzen We-
über der Fläche der gröſsten Dichtigkeit, und
rd daher in eine krumme Linie gebrochen, die
ihrer ganzen Länge nach oben zu convex iſt.
gegen iſt der Strahl dx, der von demſelben
nkte aus nach der See zu herabfährt, anfangs
ar von d bis w auch nach oben zu convex; hier
r geht er durch die Ebne der gröſsten Dichtig-
t, und weiter herab wird er auf die entgegen-
etzte Art gekrümmt, ſo daſs er von x bis y
h unten zu convex iſt. Hier geht er zum zwey-
mal durch die Fläche der gröſsten Brechung,
rd nochmals inflectirt, und kömmt aufwärts ge-
ümmt ins Auge.

Auch vom Endpunkte b der untern Segel-
ge gelangen zwey verſchiedne Strahlenkegel ins
ge, deren Axen bb' und bc ſind, die aber, weil
leuchtende Punkt nahe bey der Fläche der
öſsten Dichtigkeit liegt, einen kleinern Winkel
die erſtern miteinander machen. Der Strahl
' bleibt anfangs der Fläche der gröſsten Dichtig-
it faſt parallel, und weicht nachher erſt von ihr

ſo, daher er anfangs faſt gradelinig, nachher nach oben zu convex iſt. Der Strahl *bc* iſt von *b* aufwärts convex, dann, von *c* bis *z*, ſo lang unter der Fläche der gröſsten Dichtigkeit b herabwärts gekrümmt, zuletzt aber von *z* bis Auge wieder aufwärts convex.

Nur wenn der eine Hauptſtrahl durc Mittel geht, zu welchem der andere nicht kö iſt es möglich, da aus demſelben leuchte Punkte zwey Strahlenkegel von verſchiedner ins Auge gelangen. Die Theile des Schiffs, che doppelte Bilder geben, müſſen daher üb Fläche der gröſsten Dichtigkeit liegen*), we

*) In dieſem Fall nemlich, wo das Auge über der Fläche der gröſsten Dichtigke Befände ſich das Auge dagegen unter de che der gröſsten Dichtigkeit, ſo würden ſo nur von Punkten eines Gegenſtandes dieſer Fläche zwey verſchiedne Strahler ins Auge kommen, und folglich doppelte erſcheinen können. Statt daſs jetzt der z Strahlenkegel nach *unten* und zwar deſt ker gekrümmt iſt, je höher, (bis auf ei wiſſe Gränze) der leuchtende Punkt liegt dadurch ein zweytes verkehrtes Bild *unte* aufrechten hervorbringt; würde dann Auge und leuchtender Punkt unter der F der gröſsten Dichtigkeit liegen) der z Strahlenkegel nach *oben* zu, und zwar ſtärker gekrümmt, je tiefer der leuch Punkt läge, und dadurch ein zweytes ve tes Bild *über* dem aufrechten erzeugt w

ieſe Fläche unterhalb der untern Segelſtange fort-
ing, und zur Zeit dieſer Beobachtung höchſtens
o Fuſs über die Oberfläche der See erhaben ſeyn
onnte.

Da wo das aufrechte Bild mit dem verkehrten
ſammenfällt, entſteht Undeutlichkeit, und das
ſt der Grund, warum der Körper des Schiffs ſich
m Fernrohr ſo verworren und ſchlecht begränzt
igte, einige Theile aufrecht, andre verkehrt.
ſ ſey z. B. die punktirte Linie *i i* ein Strahlenke-
el, der von einem Punkte zwiſchen dem aufrech-
n und verkehrten Bilde ins Auge kömmt, z. B.
om obern Theil des Schiffskörpers, (denn der
ntere war nicht zu ſehn)*); ſo wird das verkehrte

Dieſe Spieglung aufwärts ſcheint zwar *Huddart* nie bemerkt zu haben, auch iſt ſie ein ſelteneres Schauſpiel, als die Spieglung abwärts; doch ſollen in den folgenden Stücken der Annalen mehrere Beſchreibungen derſelben folgen. Sie pflegt gemeiniglich ſo ungewöhnliche Erhebungen zu begleiten, dergleichen *Huddart* zu *Macao* wahrnahm, und iſt am vollſtändigſten von *Vince* beobachtet worden, deſſen Aufſatz ich auf das nächſte Stück verſpare. *d. H.*

*) Weil nemlich der obere Theil des Schiffs allein über der Fläche der gröſsten Dichtigkeit hervorragte, der untere aber nicht, ſo wurden, wie *Huddart* es ſich vorſtellt, (S. 272) die Strahlen, die ſonſt vom untern Theil ins Auge gekommen wären, in ihrer Bahn unter der Fläche der gröſsten Dichtigkeit aufwärts gebrochen, ſo daſs

Bild nur dann ſichtbar werden, wenn die Wi
aAd, *aAc* gröſser als *aAi* ſind. Denn ſo
fällt es mit dem aufrechten zuſammen, und d
zweyte Strahlenkegel wird blos dadurch merkl

ſie nach oben zu hohl wurden, und ging
darum gemeinſammt über das Auge fort. Od
vielleicht noch richtiger können wir uns d
ſes folgendermaſsen vorſtellen. Es iſt
Newtons Verſuchen bekannt, daſs bey Str
len, die aus einem dichtern Mittel in
einem dünnern zu fahren, keine Brechung, ſo
dern eine Zurückwerfung ſtatt findet, ſobald d
Einfallswinkel ſo groſs wird, daſs der Sinus d
Ausfallswinkels, dem Brechungsverhältniſs
mäſs, gröſser als 1. werden müſste. Folgli
werden von den untern Stellen des Schiffs,
zunächſt unter der Fläche der gröſsten Dicht
keit liegen, und von den zunächſt davor lieg
den Theilen der See, gar keine Strahlen i
Auge gelangen; denn ſie gehn nicht in d
dünnern höher liegenden Luftſchichten üb
ſondern werden herabwärts zurückgeworfe
Dagegen ſpiegeln ſich die zunächſt über d
Fläche der gröſsten Dichtigkeit liegenden Gege
ſtände, wie z. B. hier das Schiff und der Hi
mel dahinter, (wegen der groſsen Einfallswi
kel ihrer Strahlen auf dieſe Fläche, bey der di
Brechung in ein Zurückwerfen übergeht) in die
ſer Fläche, wie in einem Spiegel. Daher da
umgekehrte Bild des Schiffs unter dem Aufrech
ten, und die ſcheinbare Erhebung des aufrech
ten Bildes über dem ſcheinbaren Sechorizon
oder vielmehr die Vertiefung oder Senkung di
ſes unter dem Schiffe, indem das Bild des Hi
mels an die Stelle der entfernteſten Theile d

er das Bild des erstern verwirrt. Daher kann
verkehrtes Bild vom Segel erscheinen, wo-
nicht die Axen der beiden Strahlenkegel, *aa*,
, die von demselben Punkte *a* ausgehen, unter
m Winkel ins Auge fallen, der gröfser als die
nbare Gröfse des Segels *aAb* ist. — Die
gen des aufrechten und verkehrten Bildes ver-
ten sich wie die Sinusse der Winkel *aAi* und
d. Sind beide gleich, so ist *aAd* noch einmal so
s als *aAi*, und dann verhalten sich die Sinusse
Winkel *aAb*, *aAc*, *aAd*, wie die Längen *ab*,
, *ad* im vergrösserten Bilde des Schiffs Fig. 2.

ses tritt. Grade so erklärt sich die Spiegelung
aufwärts, falls die Gegenstände und das Auge
unter der Fläche der gröfsten Dichtigkeit lie-
gen. — Doch geht in der That bey beiden Phä-
nomenen die *Refraction* in *Reflexion* und diese
in jene so über, dafs sie sich aus keiner allein
völlig genügend erklären lassen, sondern dafs
dabey auf beide, und zwar besonders auf die
Brechung der Strahlen gesehn werden mufs, wie
Huddart dieses sehr richtig thut. Aus der blofsen
Refraction liefs es sich z. B. gleich nicht erklä-
ren, wie das verkehrte Bild in Gröfse so ver-
änderlich seyn, und oft nur $\frac{2}{3}$ des aufrechten
betragen könne; eine Beobachtung, die auch an-
dre schon vor Huddart gemacht haben. — Gra-
de so wie *Huddart* beschreibt schon *Büsch* die-
ses Phänomen an Schiffen auf der Elbe, in
einem vor sechzehn Jahren gedruckten Werke,
woraus in Aufsatz III ein Auszug folgt; nur dafs
er es noch nicht aus den wahren Gründen er-
klärte. *d. H.*

Daſs bey einem ſolchen Zuſtande der Lu
jedem Punkte eines Gegenſtandes, der nicht
aber nicht höher als a über der Erdfläche
iſt, wirklich zwey verſchiedne Strahlenbü
Auge gelangen, dafür giebt die folgende Be
tung über den Glanz von Lichtern, denen
len nahe über dem Seehorizonte hinſtreichen
überzeugendſten Beweis.

Als ich vor fünf Jahren in der Trinity-
mit einigen Altbrüdern der Lotſen den Can
unter ſegelte, um die Leuchtthürme zu unt
gen, erzählte man mir, daſs das untere Li
Leuchtthurm von Portland nahebey ſchwa
in einer groſsen Entfernung hingegen weit
als das obere Licht zu ſeyn ſcheine. Ich v
thete ſogleich, daſs der Grund dieſer Erſche
in der gröſsern Nähe des untern Lichts beym
horizonte liege, und fand bald Gelegenheit,
durch eigne Beobachtungen zu beſtätigen.
Nacht war helle, und es blies ein friſcher
wind, als wir um die Spitze von Portland
ten. Anfangs ſchien das obere Licht, nach ei
miger Meinung, am hellſten; als wir aber un
5 Seemeilen vom Leuchtthurm entfernt
und das untere Licht nun dicht über dem
zonte ſtand, ſchien es plötzlich mit einem w
pelten Glanze, und ein kurzſichtiger aus d
ſellſchaft, dem beide Lichter ſchon ein
vorher unſichtbar geworden waren, nahm
wieder das untere wahr. Wir erkletterte
Maſtbaum, aber ehe ich ihn bis zur Hälfte

hatte, war das untere Licht wieder ſchwächer das obere; dabey erſchien es vom Verdeck aus hn, immerfort in gleich hellem Glanze. Dar- verlohren wir es bald aus den Augen, und nun auch das obere Licht zum Horizont her- gegangen war, glänzte es eben ſo auſſerordent- wie das vorige. Beym Erſteigen des Maſt- ms verlohr es wieder eben ſo ſeinen Glanz, vom Maſtkorbe aus zeigten ſich beide Lichter, obere ſchwach, das untere im doppelten nze.

Dieſer verdoppelte Glanz rührt von der zwey- hen Lichtmenge her, die, wenn das Licht dicht den Horizont kömmt, von den beiden Strah- kegeln erzeugt wird, die dann von jedem leuch- den Punkte deſſelben ins Auge kommen. Man ke ſich ſtatt des Schiffs in Fig. 3. den auf der ſte ſtehenden Leuchtthurm, und in *A* wiederum Auge des Beobachters. Sobald das untere Licht tief herabgekommen iſt, daſs man es durch den hlenkegel aa' ſieht, erſcheint im Horizonte zweytes Licht x, mittelſt des Strahlenkegels l', und ſicher würde ich damals deutlich zwey chter geſehn haben, hätte nur die Bewegung s Schiffs es erlaubt, mein Fernrohr zu brauchen. wie das Licht tiefer nach i zu ſinkt, nähern h beide Bilder, fallen endlich bey verdoppeltem heine in einander, und verſchwinden in i völlig ter dem Seehorizonte. — Doch falls die bre- nde Kraft der Dünſte nicht ſo ſtark iſt, daſs beiden Strahlenkegel aa' und dd' unter einem

Winkel größer als die doppelte scheinbare [illegible] der Lampe und des Reflectors ins Auge [illegible] so vermindert sich beides viel, und [illegible] Glanz dauert eine kürzere Zeit vor. Es [illegible] her interessant gewesen seyn, die Zeit, die [illegible] ihrer Fahrt der helle Glanz jedes Lichtes [illegible] zu beobachten; doch die gefährl[illegible] und seitdem habe ich nicht wieder Gelegen[illegible] dazu gefunden. Indess empfehle ich es [illegible] fahrern, von Leuten, die in verschiedene [illegible] gestellt sind, ein Licht beobachten zu [illegible] um es nahe am Horizont im grössten Glanze [illegible] zunehmen *).

*) Diese so einfache Erklärung lässt sich, [illegible] mich dünkt, ebenfalls auf den starken Gl[illegible] übertragen, den wir auch bey uns an entfer[illegible] tern hochstehenden Lichtern und an Sternen [illegible] he am Horizonte wahrnehmen. An hell[illegible] Abenden ist auch über der Erdfläche die A[illegible] dünstung so stark, dass dadurch dieselbe do[illegible] pelte Brechung erzeugt werden kann. W[illegible] sehn dann ein entferntes hochstehendes L[illegible] zweyfach, und daher nicht nur eine noch e[illegible] mal so grosse Helligkeit als sonst, sondern auch [illegible] weil die Strahlung beider Bilder in einander [illegible] schwindet, einen Glanz von einem viel grösser[illegible] Umfang, der sich, besonders wenn das Lich[illegible] hoch steht, durch ein Fernrohr gesehn, viel[illegible] leicht in zwey Bilder auflösen möchte. Grad[illegible] das scheint bey den *Sternen* der Fall zu seyn[illegible] die beym Auf- und Untergang sich dem bloßen Auge in ihrer Strahlung so sehr viel grösser, al[illegible] hoch am Himmel zeigen. Ferner liesse sich

Was nun noch die zuerſt erwähnte Erſchei-
ung des Vorgebirges *Abbey-head* betrifft, ſo er-
llt aus dem Geſagten, daſs die Bilder der nie-
igſten Punkte des Landes, welches man über
r See weg ſieht, in der Linie *AB* Fig. 1. liegen;
nn was darunter erſcheint, iſt das umgekehrte
ld. In der Linie *AB* ſind die Bilder immer ver-

hieraus vielleicht die auſserordentliche Gröſse des *aufgehenden Mondes*, die man zu Zeiten von Hügeln wahrnimmt, erklären; eine Erſcheinung, die von der ganz verſchieden iſt, nach welcher Sonne und Mond (weil wir ſie an einem eingedrückten Gewölbe zu ſehn glauben) an Gröſse zunehmen, wenn ſie ſich dem Horizonte nähern. Nur bey gewiſſen Zuſtänden der Luft zeigt ſich der Mond, wenn er an einem heitern Abend aufgeht, von einer Höhe herabgeſehn, in einer ſo überraſchenden Gröſse. Man ſieht ihn der Verticallinie nach in die Länge gezogen; ſein Licht iſt matt, mehr röthlich als gelb, und er verliert dieſe Gröſse zuſehends, ſo wie er den Horizont verläſst. Endlich möchte ich hierher auch eine von den ſonderbaren Erſcheinungen rechnen, woran der *Brocken* und andre gleich hohe Berge, bey dunſtigem Himmel ſo reich ſind. Ein glaubwürdiger Reiſender erzählte mir nemlich beym Sonnenaufgang an einem wolkigen und dunſtigen Tage zwey Sonnen geſehn zu haben, wovon ſich die eine über dem Horizonte erhob, die andre hingegen, ſamt dem erleuchteten Gewölk umher, unter dem deutlich erkennbaren Horizonte zu ſtehn ſchien, (wie Fig. 7. es darſtellt) und die beide bald verſchwanden. *d. H.*

wirrt und schlecht begränzt, die Begränzung von *d* ist verwischt, und oft erscheint das Vorgebirge bey der Vertiefung *m* ganz abgeschnitten, gleich einer Insel. Wo das Land flach ist, wie bey *d* und *m*, muss es über dem Seehorizonte schwebend erscheinen.

Es sey in Fig. 4. *HO* die gekrümmte Meeresfläche, *d* der höchste Gipfel eines Berges, der von *A* aus vermöge jener Strahlenbrechung gesehn wird, und die punktirte Linie *cc'* ein Strahlenkegel, der dicht über die Fläche der gröfsten Dichtigkeit *CD* fortstreicht, so wird *c* der niedrigste Punkt des Gipfels seyn, von dem Strahlen ins Auge kommen. Denn die Strahlenkegel von niedrigern Punkten, leiden in dieser Fläche eine entgegengesetzte Brechung, sind also in einem Theil ihrer Bahn aufwärts hohl, und gehn deshalb über dem Auge des Beobachters fort *). Es sey *AD* die Tangente des Strahls *cc'*, in dem Punkte, wo er ins Auge fällt; diese Tangente liegt über der Bahn des Strahls, die ganz nach oben zu convex ist, und daher erscheint der Gipfel *d* durch die Strahlenbrechung nach *D* erhoben. Ist dagegen *Ax* ein Strahl, der vom äufserstен Punkte der See ins Auge kömmt, so ist dieser nach oben zu anfangs hohl, zuletzt zwar convex, allein jenes mehr als dieses, daher die Tangente *Av*, unter welcher dieser Strahl ins Auge fällt, unterhalb *Ax* liegen, und so der scheinbare Seehorizont durch die Brechung erniedrigt

*) Vergl. S. 265. Anmerk.

igt werden wird. Der Raum zwiſchen beiden
ldern, deſſen ſcheinbare Gröſse *DAv* iſt, wird
ſen, und daher *D* hoch über dem Meere zu
hweben ſcheinen. Geſetzt, dicht über dem Gipfel
ſtehe ein Stern*, ſo kommen auch von dieſem
vey verſchiedne Bilder ins Auge, und eins wird
ber, das andre unter der Sandbank *D* zu ſtehn
heinen.

Einſt ſah ich von einem erhabnen Standpunkte
s eine entfernte Landſpitze oder ein Vorgebirge,
i Geſtalt einer graden Linie *AB*, Fig. 5., die mit
m Seehorizonte einen ſpitzen Winkel *BAO* bil-
te. Da die vorderſte Spitze *a* ſchlecht begränzt
nd über der See erhoben ſchien, ſtieg ich herab,
obey zwar der Seehorizont *HO*, *HO*, heraufrück-
, die Landſpitze *a*, *a*, *a*, aber ſtets dieſelbe Lage
gen den Horizont, und dieſelbe Geſtalt behielt,
ſchon es nun gewiſs war, daſs das Land in gra-
r Linie *AB* bis unter den Seehorizont herab-
ng. Wenn ſich daher von einem niedrigen
andpunkte aus, das Vorgebirge durch ein Fern-
hr, wie in Fig. 6, zeigt, ſo iſt die Linie *VI*, wel-
he parallel mit dem Seehorizonte *HO* durch den
rderſten Punkt der Spitze geht, die unterſte
ränze der aufgerichteten Bilder. Und iſt *a b* eine
ie ſcheinbare Spitze im Punkte *C* berührende Li-
ie, welche mit dem Horizont denſelben Winkel
acht, unter den in Fig. 6. das Land wirklich ge-
eigt iſt, ſo wird *C* der Punkt der gröſsten Bre-
hung ſeyn, und die Höhe der gröſsten Dichtig-

keit in der Luft angeben. Denn so lange die Strahlenbrechung nach unten zunimmt, muss die scheinbare Neigung des Landes CB gegen dem Horizont immer kleiner werden. In C wird sie nach unten zu plötzlich gröfser, und deshalb ist dort die Fläche der gröfsten Brechbarkeit.

So glaube ich die verzogne Gestalt erklärt zu haben, unter der sich, bey starker Verdünstung, das Land dicht an dem Seehorizonte zeigt, und von der ich wenigstens, so oft ich mich eines Fernrohrs bediente, die Ansicht der Küsten nie ganz frey gefunden habe. Ich bezweifle daher sehr die Richtigkeit der Methoden, welche, um die *Verbesserung wegen der irdischen Strahlenbrechung* zu finden, einen gewissen Theil des Erdbogens zwischen dem Auge und dem Gegenstande zu nehmen lehren. Denn, obgleich die ganze Fläche zCB in Fig. 7. so gut als gleichweit vom Auge entfernt ist, so findet doch für alle übereinander liegende Punkte eine andre Strahlenbrechung statt; und eben so wird bey Beobachtungen auf dem Lande, wenn die Strahlenkegel nahe über den Boden fortstreichen, die Brechung derselben durch die Verdünstung des Regens und des Thaus einer ähnlichen Abweichung unterworfen seyn, wie das durch die Beobachtungen des Capitain *William's*, Capitain *Mudge's* und Herrn *Dalby's* bey ihren Messungen hinreichend dargethan ist *).

*) *Philos. Trans.* 1795 *p.* 583. Der folgende Aufsatz enthält diese merkwürdigen Beobachtungen.

Ich habe bey meiner Theorie vorausgeſetzt, ſs jede Luftſchicht in gleicher Höhe über der e durchgehens gleiche Dichtigkeit habe. Iſt eſes nicht der Fall, ſo entſtehn *beſondere Bre-ungen*, die ſich auf keine allgemeine Grundtze zurückführen laſſen. In dieſen Fällen ſind ahrſcheinlich die Schichten, in denen die Luft eiche Dichtigkeit hat, den Umſtänden nach, n gar verſchiedner Geſtalt, und verändern da-r das Anſehn des Landes, den Geſetzen der rahlenbrechung gemäſs, auf eine mannigfaltige eiſe, wie ich das oft bis auf einen Grad, der ich in Erſtaunen ſetzte, wahrgenommen habe, etwas beſchreibt auch *Dalby* *).

S 2

*) Er erzählt an angeführten Orte S. 586 und 587. folgendes: „Im April 1793, als ich von *Freſchwater Gate* auf der Inſel Wight, nach *the Needles* ging, nahm ich eine ſehr ſonderbare Wirkung der irdiſchen Strahlenbrechung wahr. Gleich hinter *Freſchwater-Gate* erhebt ſich der Boden ſehr eben und ſanft, 2 bis 3 engl. Meilen weit, und 1 oder 1½ Meilen jenſeits ſteht weſtlich ein kleiner Hügel, deſſen Gipfel ſo ziemlich in der Verlängerung der anſteigenden Ebene liegt. Indem ich auf dieſen Hügel zuging, ſchien der Gipfel, der allein ſichtbar war, auf eine wunderbare Art auf und nieder zu tanzen, welches offenbar durch die ungleiche Strahlenbrechung und die Bewegung, die ich im Gehen herauf und herunterwärts machte, bewirkt wurde. Näherte ich das Auge dem Boden bis auf zwey Fuſs, ſo ſchien der Gipfel ganz abgelöst und über dem Fuſse erhoben zu ſeyn; indem ich

Doch halte ich mich hierbey nicht auf, da
ne Abſicht hauptſächlich nur dahin ging, auf die
zuverläſſigkeit in der Lage und der Vertiefung
Seehorizonts (*dip of the ſea*) aufmerkſam zu
chen, und zu zeigen, daſs, wenn das Auge nic
über der Fläche der gröſsten Dichtigkeit erhab
iſt, der ſcheinbare Horizont durch die Einw

dann unter ihm den Himmel wahrnahm; u
dieſes beobachtete ich wiederholentlich.
hatte ſtark gethauet, und die Sonne ſchien h
ſer, als es in dieſer Jahreszeit gewöhnlich i
Höchſt wahrſcheinlich waren die feuch
Dünſte nahe an der Erde, über welche d
Lichtſtrahlen dicht fortſtrichen, die vornehm
Urſach dieſer ſeltſamen Brechung, worin mic
folgender Vorfall beſtätigt. Wir hatten bey
Abmeſſen der Grundlinie von *Hounslow Hea*
Nachmittags ungefähr 30 Pfähle, jeden 100 Fu
weit vom andern, in die Erde getrieben, ſo da
ihre obern Enden im Nivellir-Fernrohre in gr
der Linie erſchienen. Am folgenden Morge
hatte es ungewöhnlich ſtark gethauet, und di
Sonne ſchien hell. Als wir nun das Fernroh
wieder an derſelben Stelle aufrichteten, ſchie
nen die obern Enden der Pfähle in einer krum
men nach oben zu hohlen Linie zu liegen, die
Köpfe der weiteſten Pfähle am höchſten. Schon
glaubten wir, ſie fehlerhaft eingetrieben zu ha
ben, als Nachmittags, nachdem die Ausdü
ſtung vorbey war, die krummlinige Geſtalt v
ſchwand.„ Die Erklärung dieſer intereſſant
Erſcheinungen folgt ſehr leicht aus des *A*
Grubers Verſuchen, die ich in der Folge m
theilen werde, und mit denen man dieſe Erz
lung vergleiche. *d. H.*

kung der Verdünſtung erniedrigt wird*), und daſs daher wenig Hoffnung zu einer richtigen Corrections-Formel für dieſe Strahlenbrechung bleibt, man müſste denn die Veränderungen in der Verdünſtung beſſer als bisher beurtheilen lernen. Barometer und Thermometer reichen dazu nicht hin, und ſelbſt wenn das Hygrometer noch zu einem wahren Feuchtigkeitsmeſſer der Luft verbeſſert werden, und die Veränderungen derſelben nahe über der See richtig anzeigen ſollte (denn die Verdünſtung iſt in trockner Luft viel ſtärker als in feuchter); ſo würden wir doch noch nicht im Stande ſeyn, die Tafeln für die Tiefe des Sehorizonts (*tables of the dip*) hinlänglich zu verbeſſern.

Ich will daher zum Beſchluſs eine *Methode* mittheilen, der ich mich bediene, um den daraus entſpringenden Irrthum bey der Beſtimmung von Breiten zu vermeiden. Wenn ich z. B. die Breite eines Vorgebirges vom Schiffe aus genauer beſtimmen will, ſo fange ich einige Minuten vor Mittage an, vom Hintertheile oder einem andern ſchick-

*) Der Strahl wird nemlich unter der Fläche der gröſsten Dichtigkeit herabwärts gekrümmt (convex), ſo daſs die Tangente an jedem Punkte unterhalb der Bahn des Strahls liegt. Die Krümmung iſt gröſser oder kleiner, je nachdem die Dichtigkeit der Luft von jener Fläche an, bis an die Erde, ſtärker oder weniger abnimmt, und das iſt auch der Grund der ſo groſsen Veränderlichkeit der horizontalen aſtronomiſchen Strahlenbrechung. *d. H.*

lichen Orte des Schiffs aus, von wo der H
nach Süden und nach Norden frey ist, n
Hadleyschen Spiegelsextanten abwechseln
Reihe kleinster Abstände des untern Sonne
vom südlichen Theile des Horizonts, und
Abstände des obern Sonnenrandes vom nör
Theile des Horizontes zu nehmen. Der
unter den erstern, und der Gröfste unter d
tern, passen beide für den Durchgang de
durch den Meridian. Verbessert man daher b
gen der astronomischen Strahlenbrechung,
man von Ersterem die durch die Tafeln b
te Gröfse abzieht, zu Letzterem hinzufüg
bringt bey ihnen den Fehler des Index u
Halbmesser der Sonne gehörig mit in Re
so ist die Summe der beiden verbesserten A
weniger 180°, gleich der doppelten Ve
des Seehorizonts (*dip*).

Exempel. Es ſey die Abweichung der Sonne 4° 32′ 30″ nördlich, ihr Halbmeſſer 15′ 58″, und man habe aus den Beobachtungen gefunden,

	ſüdlich	nördlich
den Mittags-Abſtand der nächſten Sonnenränder vom Seehorizonte	78° 36′ 30″;	101° 1′ 20″
Refraction nach den Tafeln	— 11	— 11
Fehler des Index	+ 1 32	+ 1 32
Halbmeſſer der Sonne	+ 15 58	+ 15 58
verbeſſerter Mittags-Abſtand des Mittelpunkts der Sonne vom Seehorizonte	78 53 49	101 19 1
	180° 12′ 50″	
Täglich die Vertiefung des Seehorizontes *(dip)*	6′ 25″	
alſo die verbeſſerte Mittagshöhe der Sonne	78° 47′ 24″	
Abweichung der Sonne nördlich	4 32 30	
Aequatorhöhe	74 14 54	
Breite des Schiffs nördlich	15 45 6.	

Es thut mir leid, daſs ich dieſem Aufſatze nicht die zu verſchiedener Zeit von mir wirklich beobachteten Vertiefungen des Seehorizontes (*dip*) einrücken kann; denn ich zeichnete in mein Tagebuch blos die berechneten Breiten, nicht die Beobachtungen ſelbſt auf. Die drey Verbeſſerungen wegen der Vertiefung des Horizonts, des Indexfehlers und des Halbmeſſers der Sonne haben

für beide Mittagsabſtände ſtets gleiche Zeichen, und laſſen ſich daher in der Rechnung zuſammennehmen. — Geht die Sonne nahe beym Zenith durch den Mittagskreis, ſo verändern ſich die Azimuthe ſo ſchnell, daſs es ſchwer wird, die richtigen Mittagsabſtände vom Süd- und Nord-Horizonte zu erhalten. Iſt ſie bey der Culmination über 30° vom Zenith entfernt, ſo reicht der Hadleyſche Spiegelſextant nicht zu, und auch mit einem Hadleyſchen Spiegel-Quadranten konnte ich dann den nördlichen Abſtand nie mit einiger Zuverläſſigkeit erhalten.

II.

BEOBACHTUNGEN

s General Roy's, Dalby's und mehre-r Aſtronomen über die Gröſse der diſchen Strahlenbrechung und die Vertiefung des Seehorizonts, mit Bemerkungen

DES

HERAUSGEBERS.

t *C* (Taf. IV. Fig. 1.) der Mittelpunkt der Erde, ſo gen die Linien *AD*, *BD*, welche in der Ebene *CB* ſenkrecht auf die Endpunkte der Halbmeſſer *C*, *BC* gezogen ſind, im Horizonte der Beobachter *A* und *B*, und der Winkel *DAB* oder α iſt die heinbare Tiefe der Bergſpitze *B* unter dem Horizonte in *A*, und eben ſo *ABD* oder β der Tiefenwinkel der Spitze *A* unter dem Horizonte von . Dieſe beiden wahren (d. h. von der Strahlenrechung unveränderten) Tiefenwinkel α und β ad zuſammengenommen dem äuſsern Winkel *DB*, und folglich auch (da unter den vier Winkeln des Vierecks *ACBD* zweye, bey *A* und *B*, rechte ſind) dem Winkel *C* gleich, welchen, als Winkel am Mittelpunkte, der zwiſchen beiden andpunkten enthaltne Bogen *AB* eines gröſsten reiſes miſst.

Beſtimmt man folglich für zwey Standpunkte *B*, durch genaue Meſſungen dieſen Bogen *AB*, ithin auch den Winkel *C*, und die beiden Tiefen-

winkel α, β; so muss allemal die Summe derselben (dieses Wort im allgemeinsten analytischen Sinne genommen) dem Winkel C gleich seyn. Dass dieses bey zuverlässigen Messungen nie wirklich der Fall ist, liegt darin, dass die Beobachtung nicht die wahren, sondern die durch die Strahlenbrechung veränderten Tiefenwinkel giebt. Zieht man daher die Summe der beiden Tiefenwinkel $\alpha + \beta$ von C ab; so hat man den Effect der terrestrischen Strahlenbrechung für beide Beobachtungen in A und B, und in so fern man ihn für beide gleich gross nehmen darf*), ist die Hälfte dieses Unterschieds, $\frac{C - (\alpha + \beta)}{2}$, die irdische Strahlenbrechung bey der Beobachtung. Sind α oder β Höhenwinkel, so würden sie in dieser Formel negativ.

Dieses ist die Art, wie der General *Roy*, *Dalby* und die Capitains *Williams* und *Mudge* bey ihren trigonometrischen Messungen zur Aufnahme der südlichen Küste Englands, sich von der jedesmaligen Gröfse der terrestrischen Strahlenbrechung durch Beobachtungen zu versichern suchten, um mit Zuverlässigkeit, aus den gemessenen Höhen- oder Tiefenwinkeln, die Höhe jedes ihrer

*) Eine Voraussetzung, die aber gewiss in den mehrsten Fällen, wo die beiden Tiefenwinkel α und β ungleich sind, beträchtliche Fehler giebt, und worauf das eigentlich Willkührliche und Unerlaubte bey dieser Art, die irdische Strahlenbrechung in Rechnung zu bringen, be-

Standpunkte über dem Horizonte des Meers, durch geometrische Mittel zu bestimmen. So z. B. war von *Dunnose* auf der Insel *Weigh* aus gemessen, der Tiefenwinkel eines Berges hinter *Portsmouth* (*Buster Hill*) 6′ 10″, umgekehrt der Tiefenwinkel, unter welchem *Dunnose* von diesem Berge aus erschien 12′ 36″, der gemessene Bogen zwischen beiden betrug 23′ 3″; folglich, schliefsen sie, war die terrestrische Strahlenbrechung in diesem Fall $\frac{4' 17''}{2}$, oder, wenn man noch eine Correction wegen der Lage des Fernrohrs mit in Anschlag bringt, 2′ 16″, d. h. $\frac{1}{10}$ des zwischen den beiden Standpunkten enthaltenen Bogens; ein Schluſs, der aber, da der letztere Tiefenwinkel mehr als noch einmal so groſs als der erstere war, schwerlich so gradezu erlaubt ist. Auf diese Art bestimmten sie bey ihren Messungen für etliche vierzig Standpunkte die terrestrische Strahlenbrechung; Bestimmungen, die zur Einsicht in die Natur dieser Refraction von vielem Werth seyn würden, hätten sie dabey auf die Ungleichheit der Tiefenwinkel gesehn, welches indeſs vielleicht ein andrer Physiker thun kann, da sie die Akten ihrer Messungen dem Publikum ziemlich vollständig vorgelegt haben. Jener Bestimmungsart ge-

ruht. Denn wie sehr sich diese, unter übrigens gleichen Umständen, bey ungleichen Tiefenwinkeln ändert, davon werden wir in den folgenden hierher gehörigen Aufsätzen merkwürdige Beyspiele finden. d. H.

mäſs fand General *Roy* die irdiſche Strahlenbrechung zwiſchen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{24}$ *), und die vorhin genannten Geometer, welche ſeine Meſſung fortſetzten, in den Jahren 1791 bis 1794 zwiſchen $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{18}$, im Mittel auf $\frac{1}{12}$ **), und in den Jahren 1795 und 1796 zwiſchen $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{34}$, im Mittel auf $\frac{1}{13}$ des Bogens zwiſchen beiden Standpunkten ſchwankend ***).

*) *Phil. Transact. Vol.* 80. *p.* 232.

**) *Phil. Transact.* 1795. *p.* 584.

***) *Philoſ. Transact.* 1797. *p.* 584. — Aehnliche Beobachtungen, wie dieſe, führt ſchon *Boscowich* bey ſeiner Gradmeſſung im Kirchenſtaate an. Das Signal auf der Höhe von *Carpenga* erſchien vom weſtlichen Endpunkte ſeiner Grundlinie bey *Rimini* aus, unter einem Höhenwinkel von 2° 7′; und dieſes Ende der Baſis von *Carpegna* aus geſehen, unter einem Tiefenwinkel von 2° 24′ 19″, giebt einen Unterſchied von 17′ 10″. Der Bogen zwiſchen beiden Standpunkten betrug 19′ 11″, alſo die Strahlenbrechung etwas über 1′ oder $\frac{1}{19}$ des überſehenen Bogens. (*Voyage aſtron. et geogr. dans les Etats de l'Egliſe, Paris* 1770. *p.* 157.) Im Durchſchnitt fand er für die irdiſche Strahlenbrechung $\frac{1}{13}$ des Bogens zwiſchen beiden Standpunkten; dagegen *le Monnier* zwiſchen Meudon und Paris 2 bis 3″ auf 500 Toiſen, oder ungefähr $\frac{1}{12}$, und *Méchain* bey den Meſſungen an der franzöſ. Küſte im J. 1787 (*conſtamment*) $\frac{1}{14}$. *Gaultier* de *Kerveguen* und *Junker*, die in den Pyreneen im J. 1786 viele Beobachtungen über die irdiſche

Mit Recht verwirft daher *Huddart* die bisrige Methode, die Gröfse der irdiſchen Strahbrechung durch einen gewiſſen Theil des Bos zu beſtimmen, der zwiſchen dem Standpunkund dem geſehenen Orte enthalten iſt. Zu lchen Irrthümern das führt, dazu geben die geführten engliſchen Geometer ſelbſt einige rkwürdige Beyſpiele. Von der Station beym mptoner Armenhauſe erſchien dem General y 1787 die Spitze eines Hügels, *St. Anns Hill*, ter einem Höhenwinkel von 17′ 39″, und in- n er die Strahlenbrechung zu $\frac{1}{10}$ des überſehe- ı Bogens nahm, beſtimmte er daraus die Höhe Hügels auf 321 Fuſs. (*Phil. Tr. Vol.* 80. *p.* 232.) ı man im J. 1792 denſelben Höhenwinkel noch mal nahm, fand er ſich bey derſelben Lage des truments nur 8′ 11″, die Strahlenbrechung r, nach dem oben beſchriebnen Verfahren, auf les Bogens zwiſchen beiden, woraus ſich eine he von 240 Fuſs ergab. Einer Barometermeſg zu Folge betrug ſie 233 Fuſs. — Eben ſo nderte ſich auf *Rock's Hill*, bey Portsmouth,

Strahlenbrechung anſtellten, behaupteten, ſie betrage bey ſcheinbaren Höhen, die niedriger als 1° ſind, $\frac{1}{8}$, bey Höhen zwiſchen 2 und 30 $\frac{1}{17}$ des Bogens zwiſchen beiden Standörtern. Alle dieſe Beſtimmungen möchten aber wenig brauchbar ſeyn, da dabey nicht auf die Verſchiedenheit je zweyer zuſammengehöriger Höhen- oder Tiefenwinkel geſehen iſt. *d. H.*

der Tiefenwinkel von *Chanctonbury* zwischen 1′ 41″ und 2′ 30″.

„Diese grosse Verschiedenheit beweist, fügen sie hinzu, dass sich aus *einem einzelnen* Höhen- oder Tiefenwinkel nichts Sicheres über die gegenseitige Höhe verschiedner Stationen herleiten lässt. Diese bleibt selbst dann noch ziemlich mislich, wenn sie *ein Mittel* aus mehreren *einzelnen* Beobachtungen ist, und *erhält nur durch rückseitige Beobachtungen, die an beiden Stationen genau zu derselben Zeit angestellt werden*, Zuverlässigkeit.„ Und auch selbst dann wol nicht anders, als wenn die beiden Tiefen- oder Höhenwinkel nicht merklich verschieden sind. Denn sonst bleibt auch bey rückseitigen Beobachtungen die Refraction, und mithin die berechnete Höhe, etwas ungewiss, da wir die irdische Strahlenbrechung noch nicht genau genug kennen, um deshalb Correctionen anbringen zu können. — Die erwähnten Geometer hatten, von jeder der drey Stationen, *Dunnose*, *Buster's Hill* und *Rock's Hill*, den Tiefenwinkel der beiden andern gemessen, daraus die Strahlenbrechung zwischen je zwey, nach der gewöhnlichen Art, bestimmt, $(\frac{1}{10}, \frac{1}{12}, \frac{1}{13})$, und die gegenseitige Höhe der Stationen berechnet. Daraus fand sich, wenn man die Beobachtungen von *Dunnose* aus zum Grunde legte, *Buster's Hill* um 228 Fuss höher als *Rock's Hill*; hingegen aus den Beobachtungen zwischen den beiden Hügeln selbst ergab

ı dieſer Unterſchied nur auf 208 Fuſs; eine rſchiedenheit von 20 Fuſs, oder von $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{15}$ Ganzen, die ſich lediglich aus der unrichtigen timmung der Strahlenbrechung bey ungleichen hen und Tiefenwinkeln, und bey ungleichzei-en Beobachtungen erklären läſst. — Von der rſicherungsbaſis zwiſchen *Beacon Hill* und *Old* *um* bey *Salisbury*, die beynahe 6′ eines gröſs-Kreiſes der Erde betrug, lag das erſtere Ende 9, 48 engl. Fuſs höher als das zweyte. Von *acon Hill* aus betrug die ſcheinbare Vertiefung andern Endes 42′ 6″; von *Old Sarum* aus die einbare Höhe des Hügels 38′ 42″, woraus ı eine Strahlenbrechung für die erſte Beobach-ıg von 38″, für die zweyte Beobachtung von ″ ergab. Doch läſst ſich darauf nicht ganz ıer bauen, da jeder Fehler von 2 Zoll im Un-ſchied der Höhen beider Stationen, in die Strahlenbrechung 1″ Aenderung hervorbrin-ı würde.

„Unſre Höhenbeobachtungen der verſchiednen ıtionen, ſagen die erwähnten Geometer, wur-ı an *bewölkten Tagen* oder gegen *Abend* an-tellt, weil dann die Luft am wenigſten zu :ern pflegt.„ Dieſe Bemerkung giebt Aufſchluſs :r die groſse Verſchiedenheit, die ſie in der irdi-en Strahlenbrechung fanden. Denn grade des ends ſcheint dieſe am ſtärkſten und veränder-ıſten zu werden, indeſs ſie an umzognen, wolki-ı Tagen am kleinſten zu ſeyn pflegt, wie das

III.

BEOBACHTUNGEN

über | die horizontale Strahlen
chung und die wunderbaren Erſ
nungen, welche ſie bewirkt,

vom

PROFESSOR BÜSCH

in Hamburg*).

Wer an groſsen Seen oder Ebenen wohnt, längs derſelben reiſet, kann an hellen, do

*) Ein kurzer Auszug der Beobachtungen a erſten Abhandlung in *Jo. Geo. Büſch tr duo optici argumenti*, *Hamburgi* 1783, 13: welchen man zum Vergleich mit *Hu Monges*, *Ellicots*, *Lathams*, *Vinces* u. a. zen hier nicht ungern ſehen wird. Herr ſor *Büſch* hatte ſich in den Schriften der ker umſonſt nach einer Beſchreibung u klärung der ſonderbaren Erſcheinungen ſehn, die zu Zeiten durch die irdiſche lenbrechung bewirkt werden, und glaub halb der erſte zu ſeyn, der dieſes leiſtet das nun zwar nicht in aller Strenge de da *Kircher*, *Boſcowich* und andre, ähnliche achtungen, wiewohl nicht ſo vollſtänd macht hatten, ſo bleibt doch *Büſchs* Ab lung nicht blos durch die Menge intereſ Erfahrungen, die er darüber geſammelt hat dern auch als die erſte merkwürdig, w dieſe Materie gründlich behandelt. *d.*

was windigen Tagen sich das Schauspiel, von dem ich rede, nicht selten verschaffen. Er fasse das jenseitige Ufer, wenn es über eine halbe deutsche Meile entfernt ist, oder erhabne Gegenstände, die auf der Pläne in dieser Weite von ihm liegen, z. B. Bäume, Dörfer u. s. f. ins Auge, so wird er zu Zeiten zwischen dem Ufer und dem See, oder zwischen der Pläne und dem Dorfe eine weissliche, spiegelnde Ebene zu sehen glauben, die einer ruhigen Wasserfläche gleicht; und zwar nimmt der Fernsichtige mit bloßem Auge, der Kurzsichtige mit Hülfe eines Fernrohrs, unterhalb des Ufers oder des Dorfes, zugleich ein zweytes umgekehrtes Bild dem ersten ganz ähnlich wahr, gerade so, wie man es in nahen Wasserflächen sieht *). Begiebt man sich dann auf einen etwas erhabnen Standpunkt, so verschwinden der scheinbare Wasserspiegel und die verkehrten Bilder, und man übersieht nun den See bis an das Ufer, oder die Pläne bis an das Dorf, das unmittelbar dahinter liegt. Verlaufen sich der See oder die Ebene bis in den Horizont, so gehört schon einige Uebung dazu, das Phänomen wahrzunehmen, indem man dann den scheinbaren Wasserspiegel für einen

*) Diese Beschreibung stimmt aufs beste mit der von *Huddart* überein, nur dass dieser, der das Meer zugleich vor Augen hatte, sogleich einen offnen Raum zwischen dem Bilde und dem Horizonte erkannte. *d. H.*

Theil des Himmels hält. Gegenſtände, die ſonſt, unter dem Horizonte liegen, oder wovon nur ein kleiner Theil ſichtbar iſt, ſieht man bey dieſer Erſcheinung beträchtlich über dem Horizonte hervorragen, und niedrige Hügel zeigen ſich dabey wie hohe Berge.

Ich bemerkte dieſes Phänomen ſchon in meiner Jugend bey den Ueberfahrten von Hamburg nach dem eine Meile entlegnen Harburg, wo mein Grofsvater lebte. Wenn der Wind die Wellen mitten im Strome ziemlich heftig um das Schiff bewegte, ſchien das Waſſer am Ufer vollkommen ruhig zu ſeyn, gleich einer Spiegelebene. Dieſes komme, ſagten mir die Uferbewohner, von den Untiefen am Strande her; allein, wenn wir eine Höhe erſtiegen, und von da nach dem entgegengeſetzten Ufer ſahen, war auch das Waſſer voll Wellen.

Auf einer Reiſe, die mich vor zwanzig Jahren, durch die ebenen, ringsum unüberſehbaren, Heidegegenden des Herzogthums Bremen führte, nahm ich dieſelbe Erſcheinung zum erſtenmal über einer Fläche wahr, wo es weder Teiche noch Seen giebt. Doch bemerkte ich auch damals noch nicht die umgekehrten Bilder in dem ſcheinbaren Waſſerſpiegel. Dieſe von den aufgerichteten Bildern mit bloſsen Augen zu unterſcheiden, dazu gehört bey ſo entfernten Gegenſtänden viel Auf-

erkſamkeit, und man muſs darauf ſchon vorbe-
itet ſeyn.

Vor zehn Jahren beſuchte ich häufig das an-
nehme Dorf *Neuenſteden*, am Ufer der Elbe,
n wo aus man die Marſchländer mit ihren Dei-
ien am jenſeitigen Ufer in der Entfernung von $\frac{3}{4}$
s 1 Meile vor ſich ſieht. Hier zeigte ſich mir
is letzte Phänomen zum erſtenmale. Ein auf
ner Inſel gelegner Bauernhof, *Rugenbergen*,
Meilen entfernt, bildete ſich ſo deutlich im
heinbaren Waſſerſpiegel ab, daſs im umgekehr-
n Bilde nichts fehlte, was man im aufgerichteten
h, ſelbſt nicht die Farbe der Mauern; und durch
nen kleinen ſechszölligen Dollond, den einer
einer Freunde bey ſich hatte, ſah jeder aus der
ſellſchaft die beiden Bilder. Der Fluſs ſchlug
ellen, und war, von der Höhe geſehn, bis an
s jenſeitige Ufer in Bewegung. Einige Schiffe,
s mit günſtigem Winde bey dieſem Gehöfte vor-
yſegelten, ſchienen hoch in der Luft zu ſchwe-
n, und zeigten ſich gleichfalls im verkehrten
lde ſehr deutlich, wie dieſes Taf. IV. Fig. 2 un-
fähr darſtellt.

Auf fünf Reiſen, die ich ſeit 1773 meiner
eſundheit wegen anſtellte, und von denen drey
ber das Meer gingen, hatte ich die beſte Gele-
nheit, mehrere Beobachtungen dieſer Art anzu-
ellen. Aus ihnen ſchlieſse ich, daſs ſich jenes
hänomen leichter bey hellem, als bey wolkigem

Himmel, öfter bey Oſt- als Weſtwind, mehr vor als nach Mittage, und mehr bey warmer als bey kalter Luft ereignet. Doch müſſen dabey noch andre Urſachen im Spiele ſeyn, da auch das Zuſammentreffen aller dieſer günſtigen Umſtände noch nicht hinreicht, das Phänomen zu bewirken, welches im Gegentheil nicht ſelten bey den ungünſtigern Umſtänden eintritt.

Nie ſah ich die Erſcheinung vollkommner, als den 5ten Oktober 1779 in der Gegend von *Ottersberg*, 2 Meilen von *Bremen*. Die Stadt ſchien wie in Fig. 3 jenſeit eines ruhigen Waſſerſpiegels zu liegen, und das umgekehrte Bild war ſo deutlich, als ich es nur je geſehn habe. Meine Begleiter hielten das Waſſer für die Weſer, erſtaunten aber nicht wenig, als es verſchwand, da wir den 6 Fuſs hohen Ottersberger Damm hinanfuhren, und nun eine grüne Wieſe bis an die Mauern der Stadt erblickten. Das Barometer ſtand damals in Hamburg 28″ 6‴ hoch.

Ich erinnere mich nur einmal aus einer beträchtlich gröſsern Höhe dieſelbe Erſcheinung beobachtet zu haben, nemlich im Auguſt 1780 am Ufer des groſsen Wetterſees in Schweden. Es war 6 Uhr Nachmittag, als ich das ſteile Ufer, nach *Jönkoping*, welches am See liegt, herabſtieg, und es wehte ein ziemlich lebhafter Wind. Als ich noch etwa 20 Fuſs hoch über den See erhoben

, endigte ſich das weſtliche, bergige Seeufer, ſich linkerhand 1 Meile weit fortzog, mit einer das Waſſer vorſpringenden Höhe. Der See ſt verlohr ſich in den Horizont. Der Fuſs die- Höhe ſchien über dem See, wie in Fig. 4 zu reben, und zog ſich mit einer bräunlichen ie im umgekehrten Bilde zum Seehorizonte ib.

Aus einem Fenſter im Wirthshauſe zu *Corſör* eeland, welches ungefähr 12 Fuſs über dem izonte lag, zeigte ſich die kleine, zum wenig- 3 Meilen entfernte Inſel *Sproe*, die mitten groſsen Belt liegt, ſo wie Fig. 5 ſie darſtellt, ch einem Kegel über dem Meere ſchwebend, r dem ſich ein zweyter abgeſtutzter Kegel von elben Farbe in umgekehrter Lage zeigte. wir Nachmittags über den Belt ſetzten, und der Inſel näherten, verſchwand der untre ſtumpfte Kegel, ſtieg aber bis zu derſelben e wieder an, als wir uns nach der entgegen- tzten Seite zu von der Inſel entfernten. Ein iger Weſtwind trieb groſse Wellen, und es ete eine halbe Stunde lang aus zerſtreuten ken. Wenn ich in der Rückerinnerung die e, in welcher die Inſel über dem Horizonte ſchweben ſchien, mit dem Durchmeſſer des henden Mondes vergleiche, ſo möchte ich uf 3′ ſchätzen. In Fähnen ſah ich dieſe Erſchei- nicht, deſto deutlicher und häufiger aber

kleinen Belt, und in den ſandigen Heideebenen Be- den Schleswigs, indem die ganze Zeit über helle Wetter war. Als ich aber denſelben Weg im Au- guſt 1782 während einer regnigen und ſtürmiſchen Witterung machte, nahm ich davon nichts wahr ſtatt daſs ich das Phänomen vorhin faſt überall und ganze Tage lang geſehn hatte. Die Inſel *Sproe*, zu der ich an dem einzigen hellen Tag kam, ſchien ſo niedrig, daſs ich faſt gezweifelt hätte, dieſelbe Inſel als vor einem Jahre zu ſehn, und ohne verkehrtes Bild.

Nur einmal erblickte ich etwas Aehnliches bey Nacht, den 16ten September 1777 auf dem Packetboote, womit ich aus England nach Hol- land überſetzte. Der Mond, der beynahe voll war, ging auf, wie ihn Fig. 6 zeigt. Als ich die andern Paſſagiers fragte, ob ihnen nicht etwas beſonderes am Monde vorkomme, antwortete ei- ner: „Meiner Treu, er gleicht einem umgeſtürzten Nachtgeſchirr.„ Der Tag war ſehr heiter gewe- ſen, und der erſte ſchöne nach einem dreytägigen Sturme aus Norden. In Hamburg ſtand damals das Barometer auf 28″ 3‴. Herr Profeſſor *Kratzenſtein* in Koppenhagen verſicherte mir, neulich dieſelbe Bemerkung auf dem Meere ge- macht zu haben.

Auf einer Reiſe nach *Ritzebüttel* im Juni 1781 ſah ich an einem heitern Vormittage, bey

lichtem Oſtwind, überall an ſchicklichen Stellen, uf der weiten Ebene zwiſchen *Stade* und *Basbeck*, as zuerſt erwähnte optiſche Phänomen; nicht ber am Nachmittage, wo es ſich umzog und bends etwas regnete. Auch am Ufer zu Ritzeüttel zeigte es ſich nicht kurz vor, oder während les Regens; kam aber, als es klar ward, hier und a, doch undeutlich, zum Vorſchein. Dieſes dient len Einwohnern zum Kennzeichen der Witterung. cheint nemlich das 4 Meilen entfernte Dithmarſche Ufer gleichſam aus dem Meere hervorzuſteien, und höher als gewöhnlich zu ſeyn, ſo pflegt as trübe Wetter ſich aufzuklären, und helles inzutreten; ſinkt es, ſo kehrt trübes Regenwetter zurück. Den andern Morgen um 9 Uhr war as Ufer ſamt dem verkehrten Bilde deſſelben war viel deutlicher zu ſehn, aber ein Deich-Inpector verkündigte mir ſchlechtes Wetter, weil len Morgen, als ſie an die Deicharbeit gegangen waren, das Dithmarſiſche Ufer ſo hoch geſchienen habe, als wenn es hier am Deiche läge, nun aber ſänke. In der That regnete es den ganzen folgenden Vormittag, während meiner Rückreiſe, und obgleich es ſich um Mittag aufklärte, ſo ſah ich doch nichts von der Erſcheinung, da, wo ich ſie auf der Hinreiſe faſt überall wahrgenommen hatte. Man nennt hier dieſes Phänomen gewöhnlich *die Kimmung*, an andern Orten, mit einem holländiſchen Ausdruck, *de Opduining**).

*) Dieſes Phänomen iſt an vielen andern Orten eben ſo alltäglich als zu Ritzebüttel. So z. B.

Bey zwey Reiſen nach *Dithmarſen* während heiteren Wetters, im Juli und October, ſah ich mich auf den weiten Ebenen Holſteins vergebens nach dieſer Erſcheinung um. Als ich aber in Glückſtadt einen Kahn beſtieg, und nach der See fuhr, zeigten ſie die Ufer überall; indeſs ſie in den Heidegegenden auch bey der Rückkunft fehlte. — Den 10ten September, als das Barometer 28″ 4‴ hoch ſtand, zeigte ſich das Phänomen auf der *Harkersheide* im Holſteinſchen gegen Abend,

wurde Herrn *Büſch* erzählt, daſs es auf der Inſel *Neuenwerk* in der Mündung der Elbe ſcheine, als wenn das 6 Seemeilen entlegene *Helgoland* bald ſich hebe, bald niederſinke; ein unterrichteter Landmann bey *Eiderſtede* in Schleswig verſicherte ihm, er ſehe von ſeinem Hauſe aus ein $1\frac{1}{2}$ Meilen entferntes Dorf bald über dem Horizonte erhoben, bald darunter verſteckt, und Profeſſor *Kratzenſtein* in Koppenhagen wurde vom Obſervatorio auf ſeinem Hauſe zu Zeiten, beſonders bey Weſtwinden, die 10 Meilen entfernte Inſel *Moen*, mit ihren Kreideſelſen gewahr, die ſich indeſs immer bald wieder unter dem Seehorizonte verbarg. Nach *Martinets* Naturgeſchichte von Nordholland ſcheint von *Enckhuyſen* aus die 3 Meilen entlegne Inſel *Urck* öfters aus dem Meere hervorzuſteigen, und nach den *Mém. de Paris* 1722 *S.* 345 wird man von den Küſten Genuas und der Provence aus, zu Zeiten die Gebirge auf *Corſica* gewahr, die indeſs wenige Stunden nachher wieder verſchwinden, und ſich gleichſam in das Meer tauchen.

hrend eines leichten, doch ziemlich lange dau-
den Regens, und den 23ſten September, am
end eines windigen und ſehr regnigen Tages,
das Barometer auf 27″ 4‴ ſtand, glaubte ich
auch bey einem Spatziergang vor dem Theil
s *Hamburger Walls* zu erblicken, von wo man
e Ebene ¼ Meilen weit überſieht. Ich war we-
gſtens 20 Fuſs über den Strom erhoben, und
tte hier nie dergleichen geſehn, eilte daher ſo-
ich nach dem Hafen, und liefs mich in einem
hn auf die Elbe fahren. Allein weder hier,
ch da ich auf den Wall zurückkam, fand ich die
mmung; ſo daſs ich in dieſem letztern Fall
cht für eine Täuſchung gut ſagen kann.

Die glücklichſten Umſtände für dieſe Beobach-
ng fand ich im verfloſsnen Jahre auf einer klei-
n Seereiſe von Travemünde nach Koppenhagen,
wir bey ungünſtigem und ſchwachem Oſtwinde,
viſchen den Meklenburgiſchen, Holſteiniſchen
d Lalandiſchen Küſten hin und her ſegelten. Der
5ſte Juli war ein ſehr heiterer Tag, und während
eſſelben zeigte ſich überall die Kimmung in einer
lchen Ferne, als es mir noch nie vorgekommen
ar. Wir waren um Mittag beym ſüdlichen Vor-
ebirge Lalands, und erblickten von dort die
Meilen entlegnen Küſten *Femerns* und *Pommerns*.
ch war dieſesmal mit einem Fernrohr verſehn;
s zeigte mir, was ich noch nie wahrgenommen
atte, die Erſcheinung verdoppelt, wie ſie in
ig. 7 abgebildet iſt. Das Ufer hatte einmal

das bey der Kimmung gewöhnliche Auf
schwebte über dem Horizonte, mit ei
verkehrten Bilde darunter. Ueber daſſelb
man einen weiſsen Streifen, oberhalb deſſe
ein zweytes bergiges Ufer zeigte. Vielleich
hörte dieſes letztere der Inſel Rügen, die nac
Karte in grader Linie 3 Meilen hinter Fehmar
gen muſste. Den andern Tag ging der
nach Südweſten über, und es ſtellte ſich ei
haltendes, unfreundliches Sturm- und Rege
ter ein, welches den ganzen Sommer über da
te, und während deſſen ich die Rückreiſe mac

So weit die genauen und ſehr ſchätzb
Erfahrungen des Herrn *Baſch*, die weiter nic
zu wünſchen übrig laſſen, als daſs er
gleich *Huddart*, ſtets eines Fernrohrs bey di
Beobachtungen bedient hätte; ſicher würden
dann noch mehrere merkwürdige Umſtände
gefallen ſeyn. In der Erklärung dieſes Phänom
aus optiſchen Gründen, iſt *Büſch* nicht glückl
daher ich ſie übergehe. Wenn die Strahlen
chung zunimmt, glaubt er, könnten Strahlen
übereinanderliegenden Punkten dadurch in il
Krümmung ſo verändert werden, daſs ſie von
ander weiter abzuſtehn ſchienen; allein der Th
rie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung n
müſste grade das Umgekehrte erfolgen. So
alle Reflexion durch ein Abſtoſsen der ſpiegeln
Fläche gegen die Lichtkügelchen bewirkt we
ſo könne das bey ſehr ſchief einfallenden Stra

ch bey der Erdfläche geſchehn, und dadurch s verkehrte Bild und das ganze Phänomen be- rkt werden. An Verdünnung der Luft durch rme oder Dünſte zunächſt über der Erdfläche, hte er noch nicht. Das Verdienſt, der erſte eſen zu ſeyn, der die Erſcheinung hieraus tig erklärte, gebührt dem *Abbe' Gruber*, aus en Abhandlungen ich in einem der folgenden te das Weſentlichſte ausziehen werde.

der unterſten Luftſchichten. In der Wüſte rühr
dieſe geringere Dichtigkeit von der höhern Tem
peratur der unterſten Luftſchicht her, die zu
nächſt über dem brennend heiſsen Sande ruht. A
dem Meere hat ſie ſtatt, wenn unter beſonde
Umſtänden, z. B. bey gewiſſen Winden, die u
terſte Luftſchicht mehr wäſsrige Dünſte als di
höhern Luftſchichten aufgelöst enthält.

Alsdann werden die Lichtſtrahlen, wenn ſ
von den unterſten Theilen des Himmels auf d
Fläche fallen, wo die dünnſte Luftſchicht m
den darüberſtehenden dichteren zuſammenſtöſ
nicht durch dieſe Fläche durchgehn, ſondern w
gen ihres groſsen Einfallswinkels nach unten z
rück, in das Auge des Beobachters geworfen wer
den. Dieſer glaubte daher, falls er über nichts a
Land wegſieht, etwas aufwärts, nach der Rich
tung dieſer Strahlen hin, Waſſer zu ſehn. Au
dem Meere nimmt er es für den Himmel, und ſe
glaubt er alle Gegenſtände, welche über die Flä
che, die dieſer ſcheinbare Himmel einnimmt, her
vorragen, am Himmel und in den Lüften ſchwe
bend zu ſehn.„

Dieſe Erklärung berührt, wie man ſieht,
einen Punkt, den *Huddart* überſehn zu haben
ſcheint, und den ich ſchon in der Anmerk. zu
S. 265 nachgetragen habe; iſt ſonſt aber bey wei
tem nicht ſo vollſtändig und genügend, als die des

Engländ-

Engländers, da, wenigſtens in dieſem Auszuge, das verkehrte Bild mit keinem Worte erwähnt wird, auch aus bloſser Zurückwerfung der Strahlen das Phänomen keineswegs genugthuend zu erklären iſt.

* * *

Eine beſonders intereſſante Beobachtung dieſer Art, der ſehr ähnlich, welche *Huddart* zu *Macao* machte, (S. 258.) erzählt in den *Transactions of the American Philoſophical Society Vol.* 3. S. 62, *Andrew Ellicot* in einem Briefe an den bekannten Phyſiker *Rittenhouſe* zu Philadelphia, datirt Pittsburg den 5ten Nov. 1787. „Am 13ten des vorigen Monats, da wir am Ufer des Sees *Erie* landen, zeigte ſich uns das ſonderbare Phänomen, welches der Seemann *looming* nennt. Den Abend vorher ſah man ein ſchönes Nordlicht, der Tag ſelbſt war wolkig, doch ohne Regen. Als ich um 10 Uhr Vormittags am Geſtade des Sees umherging, entdeckte ich nach der Gegend zu, wohin die ſehr niedrige 25 engl. Meilen entfernte Landzunge *Presqu'isle* liegt, etwas, das wie Land ausſah; Mittags war es noch ſichtbarer, und man nahm durch ein gutes achromatiſches Fernrohr deutlich Zweige von Bäumen wahr, und von drey Uhr Nachmittags an zeigte ſich, bey gleich dunkelm Wetter, die ganze Halbinſel beträchtlich über den Horizont erhaben; unſere ganze Companie ah ſie mit Bewunderung. Dabey trat ein merk-

würdiger Umſtand ein, von dem ich mich nicht erinnere, daſs er ſchon irgendwo wäre erwähnt worden. Häufig erſchien die Halbinſel verdoppelt, eine über der andern, und Waſſer zwiſchen beiden. Bald waren dieſe beiden Bilder getrennt, bald fielen ſie aufeinander, ungefähr wie die Bilder in Godfrey's Spiegel-Quadranten, wenn man den gehörig geſtellten Index etwas bewegt *). So ſonderbar dieſes auch ſcheint, ſo iſt es doch in der That nicht auffallender, als die Verdoppelung im Isländiſchen Kryſtall. Am andern Tage war *Presqu'isle* wieder unſichtbar, und blieb es, ſo lange wir am See Erie ſtanden.

Noch denſelben Abend erhob ſich ein heftiger Wind, der ungefähr 2 Striche weſtlich von Norden herblies, bis zum folgenden Abend immer zunahm, und vom 14ten bis zum 16ten Abends ununterbrochen mit einer unerhörten Gewalt forttobte, dergleichen mir noch nie vorgekommen war. Alle unſre Zelte wurden umgeſtürzt, und wir muſsten uns gegen den Sturm

*) Mehrere Beyſpiele ſo ungewöhnlicher Hebungen weiter, ſonſt unſichtbarer Küſten, wird man im folgenden Stücke finden. Verglichen mit den dort mitzutheilenden Beobachtungen *Vince's*, ſtimmt dieſes von *Ellicot* bemerkte Phänomen unter den dort abzubildenden Erſcheinungen entweder mit der unter Fig. 5, oder Fig. 3 oder Fig. 1, und zwar aufs treffendſte, zuſammen. *d. H.*

rch Pfähle ſchützen, die in aller Eile nach der
indſeite zu eingetrieben, und deren Zwiſchen-
ume durch Strauchwerk ausgefüllt wurden.
ährend des Sturms ſchienen häufig kleine ſchwar-
Wolken über dem See zu hängen, die ſich nur
it geringer Geſchwindigkeit bewegten, und
nchmal verſchwanden, ehe ſie das Ufer erreich-
n. Die groſsen, uralten Bäume, welche man
den Canadiſchen Seen umgeſtürzt findet, be-
iſen, daſs Orkane hier nichts Seltnes ſind. Daſ-
be bemerkt *Coxe* in ſeiner Reiſe nach Rufsland,
n den groſsen ruſſiſchen Seen, welche furchtba-
n Stürmen ausgeſetzt ſind.„

Es iſt, bemerkt *Nicholſon* (in ſeinem *Iourn. nat. phil. I.* 152.) durch die Höhenmeſſun-
n des General *Roy's* mit dem Barometer,
id durch ſeine Verſuche mit dem Makrome-
r oder Halleyſchen Schiffsbarometer, in den
ſoſ. Tranſ. Vol. 67, ausgemacht, daſs feuch-
Luft durch Wärme ſtärker expanſibel als
ockne Luft, und mithin bey gleicher Tempera-
ır dünner als dieſe iſt. Ferner verhält ſich nach
er Tafel in *Newtons* Optik (Theil 3, Satz 10)
as Brechungsvermögen der Luft zu dem des
aſſers, inſofern man beide auf gleiche Dichtig-
it reducirt, wie 4160 zu 7845. Dieſe und
idre Thatſachen ſetzen es auſser Streit, daſs die
hn des Lichts verſchiednen Veränderungen in
r Luft, (beſonders dicht über der Seefläche)

unterworfen ist, je nachdem es die Art und Umstände der Verdünstung, oder die Verdichtung der Luft, oder ein andrer Proceſs im Dunstkreiſe mit sich bringt. Auch ist es höchst wahrscheinlich, daſs sich zu Zeiten dicht über der See eine dünnere, die Strahlen weniger brechende Luftschicht bis zu einer ziemlichen Höhe bilden, und eine Zeitlang, ohne aufzusteigen, dort erhalten kann. Wenn dann aber der Ruheſtand der Atmoſphäre auf irgend eine Art aufgehoben wird, ſo entstehen begreiflich plötzliche und unregelmäſsige Luftströme in den untern, und herabfahrende Stürme aus den obern Luftrevieren, welche alle ſonderbare Wirkungen der Typhone und andrer noch nicht gehörig beſchriebner Erſcheinungen hervorbringen können, woran die intereſſante tropiſche Inſelgegend oſtwärts von Sumatra ſo reich ist. Etwas ähnliches zeigt das Mittelländiſche Meer, an den bewundernswürdigen Gebilden in der Straſse von Reggio, die unter dem Namen der *Fata Morgana* berühmt ſind (und die in dem folgenden Stücke der Annalen näher ſollen beleuchtet werden).

V.

BEYTRÄGE
zur Lehre von der Wärme
in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht,

vom

GRAFEN von RUMFORD

in London *).

Von der Erzeugung der Wärme beym Verbrennen der Brennmaterialien.

Wahrſcheinlichkeit, daſs die beym Verbrennen des Brennmaterials entſtehende Wärme nicht von dieſem, ſondern von der Luft herrührt. Erklärung der Wirkungen, die das Anfachen des Feuers hervorbringt. — Von Feuerſtäten, wo das Feuer ſich ſelbſt anfachen muſs. Von Zugöfen. Verdeutlichung dieſer Feuerſtäte durch eine Lampe nach Argandſcher Art. — Von dem wichtigen Vortheil, ganz Herr über die Quantität der Luft zu ſeyn, die in die verſchloſsne Feuerſtäte dringt. — Nützlichkeit der Klappen in den Rauchfängen der verſchloſsnen Feuerſtäte. — Allgemeine Regeln und Anleitungen, wie dieſe verſchloſsnen Feuerſtäte einzurichten ſind; nebſt einer vollſtändigen Darſtellung der Grundſätze, die dieſen Regeln zum Grunde liegen.

Ohne mich auf die dunkle und ſo ſchwierige Unterſuchung der Natur des Feuers einzulaſſen,

*) Ausgezogen aus des *Grafen von Rumford's Experimental Eſſays political, economical, and philo-*

und ohne zu beſtimmen, ob es ein ſolches Flu
dum, welches wir Feuer nennen, giebt, od
nicht, will ich meine Nachforſchungen lieber a
ſolche Gegenſtände richten, die nützlicher fü
und innerhalb der Sphäre des menſchlichen W
ſens liegen: — nemlich auf die Entdeckung d
durch die Sinne erkennbaren Eigenſchaften d
Wärme, und auf die vortheilhafteſte Art, Wär
hervorzubringen und ſie in jedem Fall mit d
gröſstmöglichen Erfolge zu regieren. Daſs d
Wärme etwas iſt, was man hervorbringen, v
mehren, aufhäufen, regieren, meſſen, und v
einem Körper in den andern leiten kann, gi
die Erfahrung, und wir werden uns daher die
Ausdrücke bedienen können, ohne daſs es nöt
wäre zuvor beſtimmt zu haben, was die Wär
an ſich iſt.

Wie viel Wärme beym Verbrennen einer
gebnen Quantität eines gewiſſen Brennmateri
hervorgebracht wird, weiſs man zwar von kein
genau; daſs aber dieſe Quantität in einem ſehr l
hen Grade von der Lenkung des Feuers abhän
iſt ausgemacht. Eben ſo gewiſs iſt es, daſs die

ſophical, beſonders aus dem ſechſten *Eſſay* üb
die Art Feuer und Brennmaterialien zu ſpare
eine für unſre holzarmen Zeiten ſo wicht
Kunſt, daſs ſie als einer der nützlichſten The
der Phyſik recht eigentlich für dieſe Annal
gehört. *d. H.*

ugte Wärme nicht blos vom Brennmaterial, ndern, wenn nicht ganz, doch gröfstentheils n der Luft herrührt, die das Feuer umgiebt id unterhält. Es ist bekannt, dafs ohne Zutritt r Luft kein Verbrennen ſtatt findet, und dafs s Sauerſtoff-Gas der gemeinen atmoſphäriſchen ift, das ohngefähr $\frac{1}{4}$ ihres ganzen Volumens trägt, und allein das Verbrennen der verbrennhen Körper möglich macht, bey dieſer Operan eine merkwürdige Veränderung erleidet, und rklich zerſetzt wird. Da bey dieſer Zerſetzung r Lebensluft eine groſse Quantität Wärme frey rd und als überflüſſig entweicht; ſo vermuthet an mit vieler Wahrſcheinlichkeit, dafs aus dier Quelle, wenn auch nicht die ganze, doch bey eitem der gröſste Theil der Wärme entſpringt, e durch das Verbrennen der verbrennlichen örper erzeugt wird.

Doch, die Wärme komme von der Luft, oder n dem Brennmaterial her; ſo iſt ſoviel gewifs, ſs die erzeugte Quantität ſehr von der Regierung es Feuers abhängt; dafs ſie nemlich um deſto öſser iſt, je vollſtändiger die Verbrennung und erſetzung des Brennmaterials vor ſich geht; und ler Wahrſcheinlichkeit nach hält die Zerſetng der Luft mit der des Brennmaterials gleien Schritt.

Es iſt ferner allgemein bekannt, dafs die erzehrung des Brennmaterials ſehr beſchleunigt,

und die innere Stärke der Wärme vermehrt wird, wenn man die Luft, die das Verbrennen möglich macht, in einem anhaltenden Strome und mit einem abgemeſſenen Grade der Geſchwindigkeit auf die Feuerſtäte hinleitet. Daher beſchleunigt das Anfachen des Feuers, wenn der Luftſtrom gehörig gerichtet und nicht zu heftig iſt, das Verbrennen, und vermehrt auch zu gleicher Zeit die Wärme deſſelben. Verfehlt man aber die rechte Richtung des Windſtoſſes, ſo wird dadurch das Verbrennen eher aufgehalten als befördert; und iſt er zu heftig, ſo bläſt er das Feuer ganz aus. Es giebt kein noch ſo ſtarkes Feuer, das nicht durch einen Windſtoſs von gehöriger Heftigkeit eben ſo gut, wie durch einen Strom kalten Waſſers ausgelöſcht werden kann. Sogar Schieſspulver, vielleicht die verbrennlichſte aller Subſtanzen, kann, wenn es an der Oberfläche ſchon Feuer gefangen hat, ausgelöſcht werden, ehe das Pulverkorn Zeit hat, gänzlich verzehrt zu werden; eine Thatſache, die ich, ſo auſserordentlich und unglaublich ſie ſcheinen mag, doch durch unwiderlegliche und entſcheidende Verſuche bewieſen habe *).

Man kann die Feuerſtäte ſo einrichten, daſs das Feuer ſich von ſelbſt anfacht, oder mit ander-

*) In einer intereſſanten Abhandlung über die Kraft des entzündeten Schieſspulvers, welche in einem der folgenden Stücke der Annalen ausführlich mitgetheilt werden ſoll. *d. H.*

Worten, dafs es einen Luftſtrom veranlafst, der auf das Feuer zudringt: und auf dieſen Gegenſtand mufs man bey der Anlegung der Feuerſtätte, wo man ſich des künſtlichen Windſtoſses der Blaſebälge nicht bedienen will, vorzüglich aufmerkſam ſeyn. Die ſo gebauten Oefen pflegt man *Zugöfen* zu nennen; obgleich jede Feuerſtäte, beſonders jede verſchloſſene, ein Zugofen ſeyn mufs, wenn ſie ihren Dienſt verrichten ſoll.

Eine Feuerſtäte mit dieſer Vorkehrung iſt die *Argandſche Lampe*. Denn die gläſerne Röhre, welche den Docht umgiebt, (und die dieſe Lampe von jeder andern unterſcheidet,) dient blos dazu, Luft hinzuzuführen. Die kreisförmige Geſtalt des Dochts iſt nicht weſentlich: denn eine Lampe, deren gläſerne Röhre platter und deren Docht bandförmig iſt, giebt eben ſo viel Licht, als eine Argandſche Lampe nach der gewöhnlichen Manier; vorausgeſetzt, dafs das Verhältnifs der Docht-Maſſe und der Quantität des verzehrten Oehls dieſelben ſind. Da vermittelſt ſolcher Luftbläſer bey der Lampe nicht allein das Licht, ſondern auch die Wärme vermehrt wird, und durch eine ähnliche Vorkehrung die Wärme eines jeden Feuers vermehrt werden kann; ſo will ich mich dieſer Lampe zu mehrerer Verdeutlichung des zu betrachtenden Gegenſtandes bedienen. Bey ihr iſt die Feuerſtäte von allen Seiten verſchloſſen, und der Luftſtrom, der das Feuer unterhält, ſteigt ſenkrecht durch die Feuerſtäte,

in das Feuer hinauf. Durch die Einfaſſung, die das Feuer von allen Seiten umgiebt, wird die kalte Luft verhindert, ſeitwärts einzudringen, und den Platz der erwärmten Luft und der Dämpfe einzunehmen. Dieſe ſteigen, da ſie ſich durch die Wärme ausdehnen, beſtändig fort vom Feuer ab in die Höhe, und dadurch wird ein ſtarker Luftſtrom, von unten herauf, (der Gegend, von woher er mit dem gröſsten Vortheil in das Feuer dringen kann) verurſacht.

Eine recht vollkommne Feuerſtäte muſs ſo eingerichtet ſeyn, daſs man dem Bedürfniſs gemäſs die Verbrennung des Brennmaterials und die Erzeugung der Wärme beſchleunigen oder aufhalten kann, ohne die Quantität des Brennmaterials vermehren oder vermindern zu dürfen. Iſt die Feuerſtäte ringsum verſchloſſen, ſo kann dieſes leicht vermittelſt einer Art von *Regiſter* geſchehn, das man in der Thüre, die den Zugang zum Aſchenloch verſchlieſst, anbringen läſst. Denn da die Heftigkeit des Verbrennens von der Quantität der Luft abhängt, die das Feuer unterhält, ſo wird dadurch, daſs, je nachdem man das Regiſter mehr oder weniger öffnet, mehr oder weniger Luft zum Feuer hinzudringt, in einer gegebenen Zeit bald mehr, bald weniger an Brennmaterialien verzehrt und dabey eine gröſsere oder geringere Wärme erzeugt *).

*) Die Einrichtung des Regiſters, deſſen ich mich zu dieſem Endzweck zu bedienen pflege, ver

Damit dies Regiſter ſeine gehörige Wirkung thun kann, muſs in dem Rauchfange, oder in der Röhre, welche den Rauch abführt, eine Klappe

die Art, wie die Aſchenlochthüre mit dem Regiſter verfertigt und eingeſetzt werden muſs, iſt auf Taf. V. Fig. 1—8. abgebildet.

Fig. 1. zeigt die Vorderſeite der Thüre mit ihrem Regiſter. Alles iſt von Eiſenblech; die vier ſchmalen Bänder aber, die ſich an den vier Ecken befinden, und die runde Platte des Regiſters in ihrem Spielraum feſt halten, ſo wie auch der kleine runde Knopf, der ſich in der Mitte des Regiſters befindet und wie eine halbe Krone groſs iſt, ſind von Kupfer oder Meſſing, weil dieſe Metalle nicht ſo leicht roſten.

Fig. 2. gewährt einen Anblick von der Rückſeite der Thüre, wenn ſie in ihre Rahme ſich befindet, wo man auch die Art ſehen kann, wie ſie in derſelben eingeſchloſſen iſt. *a*, *b*, *c*, *d*, ſind die eiſernen Bänder, womit die Rahme in dem Mauerwerke befeſtigt iſt.

Fig. 3. iſt ein horizontaler Durchſchnitt durch die Mitte der Thüre und ihrer Rahme, und durch den Knopf, der zum Zumachen der Thüre dient.

Fig. 4. iſt die Zeichnung dieſes Knopfs, nach einem vergröſsernden Maaſsſtabe, um die Art ſeiner Verfertigung zu zeigen.

Fig. 5. iſt die Eiſenblech-Platte, woraus die Thüre beſteht, mit den Löchern, worin die

oder ein Schieber angebracht werden, den man mehr oder weniger öffnet, je nachdem man der Feuerſtäte eine groſse oder kleine Quantität Luft

übrigen zugehörigen Stücke mehr befeſtigt werden.

Fig. 6. die runde Platte des Regiſters; um ſie herumdrehen zu können, iſt ein vorſpringender Knopf an ihr angebracht.

Fig. 7. und 8. zeigen nach vergröſserndem Maaſsſtabe eins von den vier kupfernen Bändern, die die Regiſter-Platte in ihrem Spielraume feſthalten.

Alle eiſerne Thüren, die zur Verſchlieſsung einer Feuerſtäte gebraucht werden, ſollten nie in eine Rinne oder Fuge der Rahme einſchlieſsen, ſondern blos an der ſcharfen Kante derſelben anſchlieſsen, welche letztre vermittelſt eines groſsen flachen Steins recht gleich und grade gerieben ſeyn muſs, damit ſie die Thüre ganz an ſich aufnehmen kann. Wenn denn die Thüre auch recht gleich und eben gemacht und gehörig an ihren Angeln befeſtigt iſt, ſo wird ſie ungeachtet der Wirkungen der Ausdehnung, die das Metall von der Wärme erleidet, die Oeffnung leicht und dicht verſchlieſsen; das kann aber nicht geſchehn, wenn die Thüren in Fugen der Rahme einpaſſen ſollen.

Wo die Hitze ſehr ſtark iſt, da ſollte man die Rahme der Thüre aus feuerfeſtem Stein verfertigen, und den Theil der Thüre, der dem Feuer ausgeſetzt iſt, entweder mit einem paſſenden Stück dieſes Steins belegen, das mit Klammern

uſtrömen läſst. Regiſter und Schieber dienen uch, das Feuer ſogleich auszulöſchen, wenn man einer nicht mehr bedarf, indem man beide gänzlich verſchlieſst; und auf dieſe Art kann man das alb verzehrte Brennmaterial, das ſonſt unnützerweiſe ausgebrannt wäre, auf das künftige Mal rſparen.

Dieſelbe Wirkung kann man auch ohne Klape oder Schieber erhalten, wenn man den von er Feuerſtäte aufſteigenden Rauch ſo leitet, daſs r erſt einige Fuſs tief unter der Horizontalfläche es Roſtes, worauf das Feuer brennt, herabſteim muſs, ehe er zum Rauchfange kommen kann.

Ein andrer wichtiger Umſtand, den man bey r Einrichtung der Feuerſtäte in Obacht zu

oder ſtarken Nägeln daran zu befeſtigen wäre, oder mit einer zwey Zoll dicken Maſſe von ſtarkem Thon, der in gehörigem Verhältniſs mit grobem Pulver von zerbrochnen Schmelztiegeln vermiſcht iſt, bedecken. Die Befeſtigung derſelben an der Thüre kann ebenfalls mit Nägeln oder Krampen zuwegegebracht werden. Wenn dieſe Maſſe naſs angelegt, langſam getrocknet, da, wo ſie Sprünge bekommt, gehörig ausgefüllt, feſt zuſammengeſchlagen und nachher von der Hitze des Feuers gehörig gebrannt wird, ſo bildet ſie eine ſolche Bedeckung der Thüre, daſs das Feuer ihr gar nicht ſchaden kann, und ſie zehnmal länger hält, als ſonſt.

Gr. R.

nehmen hat, ist das gehörige Anlegen des Brenn materials. Denn, wenn die Verbrennung recht gut vor sich gehen soll, so muss das Brennmateria nicht allein auf dem rechten Platze, sondern auc in gehöriger Ordnung liegen. Die festen Theil desselben müssen die rechte Gröfse haben, un um den freyen Durchzug der Luft nicht zu hin dern, weder zu nahe an einander, noch zu we von einander liegen. Ueberdem ist es, wie ic aus Erfahrung weifs, sehr nützlich, die Feuer stäte so einzurichten, dafs, sobald das brennend Feuermaterial zu schwinden anfängt, es von selbs und ohne Mithülfe auf den Mittelpunkt der Feuer stäte zusammenfällt. Diese Einrichtung besteh bey kleinen Feuerstäten (und bey diesen ist si besonders nothwendig) darin, dafs der Rost, wor auf das Feuer brennt, die Gestalt einer streifen weis ausgeschnittenen Scheibe oder Schüssel hat*)

*) Diese Vorrichtungen sind auf Taf. V. Fig. 9. b 11. abgebildet.

Fig. 9. und 10. stellen schüsselförmige Ros für verschlossene Feuerheerde dar. Sie könn nach der Gröfse des Kochgefäfses 5 bis 18 Z im Durchmesser haben. Der Regel nach hal ich ihren Durchmesser immer halb so grofs g nommen, als der des runden Topfes in sein obern Oeffnung war, der dazu gehörte.

Fig. 11. ist der umgestürzte Hohlkegel v dünnem Eisenblech, der sich unmittelbar unt dem Roste befindet; seine obere Oeffnung i

deren ich mich (ausgenommen bey ſehr gro-
n Feuerſtäten) bediene, ſind von dieſer Geſtalt,
d das Holz, das ich zur Feuerung nehme, wird
kleine Scheitchen von 4 bis 6 Zoll Länge ge-
nitten. Statt der eiſernen Roſte gebrauche ich
: kurzem irdne, die wie hohle Schüſſeln oder
ıde Pfannen ausſehn, und mit vielen Löchern
rchbohrt ſind, um der Luft Durchgang zu ver-
ıaffen. Dieſe irdnen Roſte ſind um vieles wohl-
ler, als die eiſernen, und entſprechen, nach
ıiner Erfahrung zu urtheilen, dem Endzwecke
ſſer als dieſe; wovon ſich leicht der Grund an-
ben läſst.

Bey groſsen Feuerſtäten nahm ich zuweilen
tt des Roſtes gemeine Ziegelſteine, die ich der
inge nach auf ihren ſchmalen Kanten hinſtellte,
d die ſo die Stelle des Roſtes ſehr gut vertreten.

Da nur der Theil der Luft, der in der ge-
ıigen Richtung und in der rechten Quantität
f die Feuerſtäte dringt und mit dem brennen-
en Brennmaterial in wirkliche Berührung
ommt, zerſetzt wird, und nur auf dieſe Art zur

ſo groſs, daſs der runde Rand des Roſtes gra-
de hineinpaſst. Iſt die Feuerſtäte groſs, ſo
kann man dieſen Hohlkegel aus Feuerſtein, oder
aus Backſteinen mit Mörtel zuſammenſetzen.
Bey kleinen Feuerſtäten kann man ihn aus ir-
dener Waare verfertigen, welches vielleicht
das beſte Material dazu iſt. *Gr. R.*

Erzeugung der Wärme beyträgt; ſo iſt es offenbar, daſs alle die Luft, die in das Feuer hinein und wieder heraus ſtrömt, ohne zerſetzt zu werden, ein wahrer Räuber der Wärme iſt. Denn ſie trägt nicht nur nichts zur Erzeugung der Wärme bey, ſondern bewirkt noch einen wirklichen Verluſt derſelben, indem ſie ſich auf Unkoſten des Feuers erwärmt und dann durch den Rauchfang davongeht. Dieſer Verluſt iſt oft ſehr beträchtlich, und man muſs ſorgfältig ihn zu vermeiden ſuchen.

Dieſes Eindringen unnützer Luft, die nicht zerſetzt wird, findet auch bey verſchloſſenen Feuerſtäten ſtatt; wenn nemlich, wie gewöhnlich, der Roſt gröſser als die Maſſe des brennenden Feuermaterials iſt. Dieſes Uebel verhindert man ganz, wenn man ſtatt der eiſernen Roſte ſich jener irdenen durchlöcherten Schüſſeln bedient, deren Boden ungefähr 2, 3 bis 4 Zoll dick ſeyn kann, und deren Luftlöcher alle zu einem gemeinſchaftlichen Mittelpunkte, zum Brennpunkt des Feuers, hinſtreben müſſen.

Denſelben Endzweck erreicht man auch, wenn man dem eiſernen Roſte eine runde und vertiefte Schüſſelgeſtalt, und der Feuerſtäte unmittelbar unter dem Roſte die Geſtalt eines umgekehrten verkürzten Kegels giebt, deſſen oberer Durchmeſſer dem innern Durchmeſſer des Roſt-Reifens gleich iſt, und deſſen unterer Durchmeſſer da, wo die

die Luft in die Feuerstätte hineintritt, ungefähr ein Drittel von jenem beträgt. (Siehe Fig. 11. Taf. V.) Die untre Oeffnung muſs grade unter den Mittelpunkt des Roſtes treffen und demſelben ſo nahe als möglich ſeyn; doch muſs ein kleiner Zwiſchenraum zwiſchen den eiſernen Stäben des Roſtes und der untern Fläche des umgekehrten Kegels bleiben, damit die Aſche ungehindert in das Aſchenloch hinabfallen kann.

Die Geſtalt und der Umfang des Aſchenlochs iſt gleichgültig; wenn es nur groſs genug iſt, um der zur Erhaltung des Feuers nöthigen Luft einen freyen Durchgang zu gewähren, und wenn nur die Oeffnung deſſelben mit einer gut anliegenden Thüre, die mit einem Regiſter verſehen ſeyn muſs, feſt verſchloſſen werden kann, um Herr über dieſen Luft-Durchzug zu bleiben.

Nimmt man ſtatt der eiſernen Roſte die oben beſchriebenen irdnen, ſo muſs man darauf ſehen, daſs die Luftlöcher innerhalb einen kleinern Umfang haben, als äuſserlich, damit ſie nicht durch kleine Kohlenſtücke und durch die Aſche, die durch ſie in das Aſchenloch fällt, verſtopft werden können.

Die auf dieſe Art eingerichteten Feuerſtäten haben den groſsen Vortheil, daſs ſie für jedes Brennmaterial gleich brauchbar ſind. Holz, Steinkohlen, Holzkohlen, Torf u. ſ. w. brennen auf ihnen ohne Unterſchied mit derſelben Leichtigkeit

und denſelben Vortheilen ohne den geringſten Geruch. So kann man auch das Feuer mit trocknem Holze oder einem andern leicht entzündbaren Brennmaterial anmachen, und nachher mit einem wohlfeilern, ſchlechtern, im Brennen erhalten. Da es wohl ziemlich gewiſs iſt, daſs ſich einige Brennmaterialien mit mehrerm Vortheil gebrauchen laſſen, die Flüſſigkeit des Kochgefäſses ins Kochen zu bringen, andre ſie darin zu erhalten; ſo könnte man ſich wahrſcheinlich durch eine gehörige Aufmerkſamkeit auf dieſen Umſtand eine beträchtliche Erſparniſs verſchaffen, und dieſe Entdeckung lieſse ſich bey ſolchen Feuerſtäten leicht machen, die für alle Brennmaterialien paſſen.

Ich habe oben gezeigt, daſs die Verengung des Theils der Feuerſtäte, die unter dem Roſte ſich befindet, dazu dient, die Luft auf eine vortheilhaftere Art in das Feuer dringen zu laſſen. Dieſe Einrichtung hat aber noch einen andern, vielleicht noch wichtigern Vortheil. Die Wärme nemlich, die durch die Zwiſchenräume der Roſt-Stäbe unterwärts verbreitet wird, bricht ſich nun, ſtatt in das Aſchenloch zu entweichen (wo ſie verlohren gehen würde), gegen die Wände des umgekehrten Hohlkegels, wird hier aufgehalten, und ſteigt nachher entweder mit dem das Feuer unterhaltenden Luftſtrom in die Feuerſtäte zurück; oder, ſie wird unmittelbar von der konſchen Oberfläche dahin zurückgeworfen, und nach zwey oder drey Abprallungen von Seite zu Seite

fwärts gegen den Boden des Kochgefäfses ge-
ofsen.

Um ſich von dieſer Sache einen klaren und
utlichen Begriff zu verſchaffen, mufs man auf
le Umſtände ſehen, die beym Verbrennen eines
örpers vorkommen, auf die Art, wie die er-
ugte Wärme ſich offenbart, wie ſie aufgefangen,
gehäuft, angehalten und regiert werden kann.

Die Wärme, die beym Verbrennen des Feuer-
aterials entſteht, ſtellt ſich in doppelter Geſtalt
ir: nemlich erſtens in den heifsen Dämpfen, die
im Feuer aufſteigen und die Wärme gleichſam
bunden halten, und zweytens in den Strahlen
eyer Wärme, die nach allen Richtungen vom
uer ausgehn und ringsum Wärme erzeugen.
an würde ſie ſchicklicher, als warme, *Wärme*
zeugende Strahlen nennen, d. h. ſolche, wel-
e die Fähigkeit haben, in jedem Körper, der
aufhält, Wärme hervorzubringen. Denn,
enn ſie unaufgehalten durch irgend ein Medium
. B. durch eine Luft-Maſſe) gehn, ſo findet man
cht, dafs ſie dieſem Medio irgend einen Theil
in ihrer Wärme mittheilen; auch bringen ſie in
n Körpern, von deren Oberflächen ſie zurück-
worfen werden, keinen beträchtlichen Grad
n Wärme hervor, und in dieſer Rückſicht glei-
ien ſie völlig den Strahlen, die von der Sonne
sgehn.

In welchem Verhältniſs die *ſtrahlende Wärme* (man erlaube mir der Kürze wegen dieſen unpaſſenden Ausdruck) zu der ſteht, die im Rauche und in den erwärmten Dämpfen aus den brennenden Körpern hervorgeht, und die man zum Unterſchied *gebundne Wärme* nennen kann, iſt nicht genau bekannt; indeſs iſt es gewiſs, daſs der Antheil von Wärme in dieſen elaſtiſchen Fluidis bey weitem gröſser iſt, als in allen Wärme-erzeugenden Strahlen zuſammengenommen. Doch darf man deshalb die Menge ſtrahlender Wärme nicht für unbeträchtlich halten. Wie anſehnlich ſie iſt, zeigt die Wärme der Stuben, die mit einem Kamin geheizt werden. — Denn da die ganze, von dem Rauch und den Dämpfen gebundne Wärme aus dieſen Stuben durch das Kamin hinausgeführt wird; ſo iſt die Wärme, welche ſich in ihnen verbreitet, einzig und allein der ſtrahlenden Wärme zuzuſchreiben; das iſt, den Strahlen, die von dem Feuer ausgehn und ſich in der Stube verbreiten.

Die Wirkſamkeit dieſer Strahlen kann auf verſchiedne Art dargethan werden; am auffallendſten durch folgenden einfachen Verſuch. Wenn das Feuer auf dem Heerde in voller Flamme brennt, trecke man den Arm und die Finger in grader Linie nach dem Mittelpunkt des Feuers zu aus. Wenn die Hand noch zwey oder drey Schritt vom Feuer abſteht, wird man die Wärme noch kaum bemerken, wenn das Feuer nicht etwan ſehr groſs iſt.

o bald man aber, ohne den Arm zu bewegen, as Gelenke aufwärts beugt, ſo daſs die innere ache Seite der Hand gegen das Feuer gerichtet t, ſo wird man nicht allein die Wärme merklich ihlen, ſondern ſie, wenn das Feuer nur etwas roſs iſt und hell brennt, ſogar kaum erträglich nden.

Dieſe Wärme-erzeugenden Strahlen werden er nicht allein von den entzündeten Brennmate-alien ausgeſtoſsen, ſondern von allen Körpern, mögen unverbrennbar oder brennbar, flüſſig ler feſt ſeyn, wenn die Körper nur bis zu dem ade erwärmt ſind, daſs ſie im Dunkel leuchten, er roth glühen.

Sogar Körper, die nicht genug erwärmt ſind, ein ſichtbares Licht von ſich ausgehen zu laſ-, verbreiten nach allen Richtungen ſolche zur zeugung der Wärme fähige Strahlen. Dies iſt e durch Verſuche bewieſne Thatſache. Von en Körpern, in allen Temperaturen, vom ge-erenden Queckſilber ſo gut, wie vom ſchmel-nden Eiſen, ſtrömen beſtändig, bald in gröſseren, ld in geringeren Quantitäten, bald mehr, bald niger heftig, dergleichen Strahlen aus. Wer-n aber zufolge des Ausſtrömens dieſer Strahlen e Körper abgekühlt? — Bringen dieſe Strahlen mer Wärme hervor; ſelbſt dann, wenn der örper, der ſie auffaſst und verſchlieſst, wärmer , als der, von dem ſie ausgehn? — Doch, ich

vergeſſe, daſs ich mich in dieſe dunkle Speculationen nicht einzulaſſen verſprochen habe. Was daher auch immer die Natur dieſer von den entzündeten Brennmaterialien ausgehenden Strahlen ſeyn mag, ſo iſt doch eine ihrer bekannten Eigenſchaften die, daſs ſie Wärme erzeugen. Auf ſie muſs man daher auch eine beſondre Aufmerkſamkeit in allen Einrichtungen wenden, wobey es auf Erſparniſs von Brennmaterialien ankömmt.

Da dieſe zur Erzeugung der Wärme fähigen Strahlen in den Körpern, die ſie auffangen und verſchlucken, nicht aber in dem Medium, durch das ſie gehn, Wärme hervorbringen; ſo iſt es nothwendig, daſs man die Körper, die dieſe Strahlen auffangen ſollen, ſo einrichtet, daſs ſie die erhaltne Wärme den andern Körpern, deren Erwärmung eigentlich beabſichtigt iſt, nothwendig und mit Leichtigkeit wieder mittheilen müſſen.

Die verſchloſsnen Feuerſtäten, die ich empfohlen habe, und nachher umſtändlicher beſchrieben werde, entſprechen dieſem Endzwecke völlig. Denn da in dieſen Feuerſtäten das Feuer überall, ſowohl unterhalb des Roſtes, als ſeitwärts, eingeſchloſſen iſt, ausgenommen wo ſich der Boden des Koch-Gefäſses dem Feuer darbietet, ſo kann ſchwerlich einer dieſer Strahlen entweichen; und da die Materialien, aus denen die Feuerſtäte erbaut iſt (Ziegelſteine und Mörtel), ſchlechte Leiter der Wärme ſind, ſo wird von ihnen auch nur ein

geringer Theil der beym Verbrennen erzeugten Wärme verſchlungen und den innern Theilen der Mauer mitgetheilt werden, wo er dann zerſtreut wird und verlohren geht. Doch, dieſes Einſperren der Wärme iſt ein ſo wichtiger Gegenſtand, daſs er beſonders abgehandelt zu werden verdient.

Von den Mitteln, die Wärme einzuſchlieſsen und ihre Wirkung zu regieren.

Von Leitern und Nichtleitern der Wärme. Gemeine atmoſphäriſche Luft kann als ein guter Nichtleiter der Wärme zu ihrer Einſchlieſsung gebraucht werden; — die Natur gebraucht ſie zu dieſem Endzweck; — ſie iſt die Haupturſache von der Wärme der natürlichen und künſtlichen Bekleidung, und die einzige Urſache von der Wärme der doppelten Fenſter. Groſser Nutzen der doppelten Fenſter und der doppelten Wände, ſowohl in heiſsen, als kalten Gegenden. — Alle elaſtiſche Flüſſigkeiten ſind Nichtleiter der Wärme. — Dampf und Flamme ſind auch Nichtleiter der Wärme.

)aſs die Wärme durch einige Körper leichter ırchdringt, als durch andre, iſt eine bekannte hatſache; aber die Urſache dieſes Unterſchiedes der Wärme-leitenden Kraft der Körper hat man ›ch nicht entdecken können.

Wenn man z. B. einen eiſernen und einen ölzernen Nagel von gleicher Geſtalt und Gröſse in ne Lichtflamme hält, ſo wird ſich der Unter-

ſchied der Wärme-leitenden Kraft des Metalls und des Holzes auf eine Art zeigen, die keinen Zweifel übrig läſst. Denn, ſobald als die in die Flamme gehaltne Spitze des eiſernen Nagels erwärmt wird, erhitzt ſich auch das andre Ende deſſelben bis zum Verbrennen; der hölzerne Nagel hingegen kann von der Flamme gröſstentheils verzehrt werden, ohne daſs man an ſeinem andern Ende einige Wärme verſpürte. Hält man eine Glasröhre in die Licht-Flamme, ſo wird ſie an dem andern Ende zwar wärmer als der hölzerne, aber lange nicht ſo warm als der eiſerne Nagel. Unter allen den verſchiedenen Körpern, mit denen man dieſe Verſuche anſtellt, wird man nicht zwey finden, bey denen der Durchgang der Wärme durch ihre Subſtanz genau mit demſelben Grade der Leichtigkeit vor ſich ginge *).

*) Hr. *D. Ingenhous* hat einen ſehr artigen Verſuch erdacht, um die verhältniſsmäſsig leitende Kraft der verſchiedenen Metalle anſchaulich zu machen. Er nahm gleichſtarke Drath-Stücke von verſchiedenen Metallen, die genau dieſelbe Stärke und Länge hatten, und bedeckte ſie, indem er ſie in geſchmolzenes Wachs tauchte, mit einem dünnen Wachs-Ueberzuge. Dann hielt er das eine Ende von jedem dieſer Cylinder in kochendes Waſſer, und bemerkte, wie weit die dem Metalle mitgetheilte Wärme den Wachs-Ueberzug ſchmolz, und mit welcher Geſchwindigkeit die Wärme fortſchritt. *Gr. R.*

Die Wärme *einſchlieſsen*, heifst nichts mehr, ls ihre Entweichung aus dem erwärmten Körper, n welchem ſie ſich befindet und der ſie an ſich alten ſoll, verhindern. Dies kann allein dadurch ewerkſtelliget werden, daſs man den erwärmten Körper mit einer Subſtanz bekleidet, durch welhe die Wärme entweder gar nicht, oder nur mit ieler Schwierigkeit dringen kann. Könnte man ine für die Wärme ganz undurchdringbare Bekleilung auffinden, ſo müſste ein erwärmter und mit hr vollkommen umgebner Körper wahrſcheinlich mmer warm bleiben; eine ſolche Subſtanz iſt uns ber nicht bekannt, auch iſt es nicht wahrſcheinich, daſs ſie exiſtirt.

Die Körper, durch welche die Wärme ungeindert und ſchnell dringt, heifsen *Wärmeleiter*; ie, durch welche ſie ihren Durchgang nur mit ieler Schwierigkeit, oder ſehr langſam macht, *Nichtleiter* oder *ſchlechte Wärmeleiter*. Dieſe eiter und Nichtleiter haben nun wiederum ihre erſchiedenen Grade. Solche Körper, welche ie ſchlechteſten Leiter, oder beſſer geſagt, die eſten Nichtleiter der Wärme ſind, ſchicken ſich m beſten für Bekleidungen, die die Entweichung er Wärme verhindern ſollen.

Alle Metalle ſind auffallend gute Leiter der Wärme; — Holz, und im allgemeinen, alle leichte, trockne und ſchwämmigte Körper hingegen ſind Nichtleiter. Glas, obgleich ein ſehr harter

und gedrungener Körper, ist ein Nichtleiter. Queckfilber, Waſſer und tropfbare Flüſſigkeiten aller Art ſind Leiter; aber Luft, und in der Regel alle elaſtiſche Flüſſigkeiten, Dampf nicht ausgenommen, ſind Nichtleiter.

Einige neulich angeſtellte, aber noch nicht bekanntgemachte Verſuche, laſſen mich muthmaſsen, daſs das Waſſer, Queckſilber, und alle andre unelaſtiſche Flüſſigkeiten, die Wärme nicht durch ſich von Theilchen zu Theilchen durchdringen laſſen, wie dies ohne Zweifel in den feſten Körpern geſchieht; ſondern daſs ihre ſcheinbar leitenden Kräfte weſentlich von der auſserordentlichen Beweglichkeit ihrer Theile herrühren; kurz, daſs ſie die Wärme gleichſam mehr überſetzen, als daſs ſie ihr einen Durchgang gewähren. Hierüber werde ich in einem folgenden Abſchnitte weitläuftiger handeln *).

Die leitende Kraft eines jeden feſten Körpers iſt viel gröſser, wenn er eine zuſammenhängende

*) Dieſes iſt in dem ſiebenten *Eſſay* des Grafen Rumford über die Fortpflanzung der Wärme durch tropfbare Flüſſigkeiten geſchehn, mit deſſen intereſſanten Reſultaten wir die Leſer in den beiden vorigen Bänden der Annalen unterhalten haben. Graf Rumford rechnet in dieſem ſpätern *Eſſay* Waſſer, Oehl, Queckſilber und alle tropfbare Flüſſigkeiten zu den wahren Nichtleitern der Wärme. *d. H.*

ze Maſſe ausmacht, als wenn er pulveriſirt,
r in kleine Stückchen zertheilt iſt. So ſind eine
rne Stange oder Platte beſſere Wärme-Leiter,
Eiſenfeilſpäne; und Sägeſpäne ſind ein beſſerer
htleiter als Holz. Beide werden aber hierin
h von trockner Holzaſche übertroffen, und
ht trocknes, feines Holzkohlen-Pulver iſt
er der allerbeſten Nichtleiter. Da dieſes über-
n ganz unentzündbar iſt, wenn es ſich in einem
dicht verſchloſsnen Raum befindet; ſo dient es
z beſonders gut zu einer Bekleidung, die be-
mt iſt das Entweichen einer eingeſchloſſenen
ken Wärme zu verhindern.

Doch giebt es keinen Stoff, der zu ſolch ei-
Bekleidung tauglicher wäre, als die gemeine
noſphäriſche Luft. Ihrer bedient ſich die Na-
zu dieſem Endzweck, und dieſer nachzuahmen,
das Beſte, was wir thun können.

Die Wärme der Wolle und der Felle, womit
s Thiere, und der Federn, womit die Vögel
kleidet ſind, iſt ohne Zweifel der Luft zuzu-
ıreiben, die in den Zwiſchenräumen dieſer Sub-
ınzen ſich befindet, und von ihnen ſtark angezo-
n wird. Die Luft iſt hier gleichſam eingeſperrt,
ıd bildet eine Barriere, die nicht allein die kalten
inde von den Körpern der Thiere abhält, ſon-
ırn die auch das Entweichen der thieriſchen
Wärme in die Atmoſphäre verhindert. — Eben
wird im Winter die Wärme des Erdbodens

durch die Luft gefeſſelt, die ſich im Schnee befindet, und auf eine gleiche Art iſt das Warmhalten der Zeuge zu erklären, deren man ſich zu Kleidern bedient. Wäre dieſer Umſtand mehr bekannt und mehr beachtet, ſo würde er wahrſcheinlich zu wichtigen Verbeſſerungen in der Oekonomie der Wärme führen. Denn trotz dem, daſs das Verwahren gegen die Extreme der Wärme und Kälte, und der Gebrauch des Feuers, ſo wichtige und tägliche Angelegenheiten und Bedürfniſſe für uns ſind, ſo haben wir doch nur ſehr geringe Fortſchritte in dieſer ſo wichtigen Wiſſenſchaft gemacht.

So bedient man ſich in den meiſten nördlichen Gegenden Europens der doppelten Glasfenſter, um im Winter die Stuben wärmer zu erhalten; aber ſo viel ich weiſs, hat man ſich in wärmern Gegenden ihrer noch nie bedient, um durch ſie im Sommer die Stuben kühl zu erhalten, und doch iſt der Schluſs auf dieſe Anwendung dieſer einfachen und nützlichen Erfindung ſo leicht und natürlich. Denn, wenn man ſieht, daſs die doppelten Fenſter die Entweichung der Wärme aus der Stube verhindern; ſo ſollte man meinen, es erfodere nicht viel Scharfſinn, um zu entdecken, daſs ſie eben ſo wirkſam das Eindringen der äuſsern Wärme in die Stube verhindern müſſen. Bey alle dem iſt dieſer Gebrauch noch niemandem eingefallen; zum wenigſten habe ich ihn weder in Italien, noch in den andern heiſsen Gegenden, die ich beſuchte, gefunden.

Da der Nutzen, den doppelte Fenſter und
ände in heiſsen ſowohl, als in kalten Gegenden
währen können, ſo groſs iſt, ſo werde ich an
iem andern Orte weitläuftiger von ihnen han-
l; hier will ich nur ſoviel bemerken, daſs
ht die doppelten Glas-Scheiben, ſondern die
iſchen ihnen verſchloſsne Luft, den Durchgang
r Wärme ſo ſchwierig macht. Wäre dieſe Wir-
ng der vermehrten Glasmaſſe zuzuſchreiben,
durch nun die Wärme durchdringen muſs, ſo
ifste eine doppelt ſo ſtark verfertigte Scheibe
ſelbe Wirkung hervorbringen, aber das iſt
ht der Fall.

Die Luft iſt ferner nicht allein ein Nichtlei-
der Wärme, ſondern ihr Vermögen, nicht zu
ten, kann auch ſehr vermehrt werden. Um
zuſehn, wie dies geſchieht, wird es nothwen-
g ſeyn, die Art und Weiſe zu betrachten, wie
e Wärme durch die Luft dringt. Aus dem Re-
tate vieler Verſuche, die ich zur Erforſchung
eſes Gegenſtandes anſtellte, und die man in den
hiloſophical Transactions 1792 findet*), erhellt,
ſs jedes Lufttheilchen für ſich ſelbſt, Wärme von
dern Körpern erhalten, und ihnen auch wieder
ſelbe abtreten kann; daſs aber unter den Thei-

*) Auch in *Grens* Journ. der Phyſ. B. V. S. 245 —
280. In der Sammlung der Rumfordſchen *Eſ-
ſays* nehmen ſie das zweyte Kapitel des achten
Eſſays ein. W. M.

eben ſelbſt keine Mittheilung der Wärme ſtatt findet*). Hieraus läſst ſich folgern, daſs, obgleich die einzelnen Lufttheilchen die Wärme den Körpern rauben, und von einem Platze zu einem andern fortpflanzen können, doch eine Luftmaſſe, deren Theilchen ſich alle im Zuſtande der Ruhe befänden, und darin verharrten, gänzlich undurchdringlich für die Wärme, und ſo ein vollkommner Nichtleiter ſeyn müſte.

Wenn alſo die Wärme, allein vermöge der Bewegung, die ſie in der Luft veranlaſst, ihren Durchweg durch dieſelbe findet; ſo iſt es klar, daſs alles das, was die innere Bewegung der Luft verhindert, auch ihre leitende Kraft verringern muſs, und dies hab ich auch in der That beſtätigt gefunden. Eine gewiſſe Quantität Wärme, die in 9½ Minuten, durch eine ½ Zoll dicke Schicht verſchloſsner Luft drang, brauchte 21½ Minuten zu ihrem Durchgang durch dieſelbe Schicht, als ich die innere Bewegung der Luft dadurch hinderte, daſs ich ſie mit dem 56ſten Theil ihrer Maſſe, mit Eiderdunen, feinem Pelzwerke oder feiner Seide, ſo wie ſie vom Seidenwurme kömmt, vermiſchte.

Die Subſtanzen, die man zu dieſem Endzweck mit der Luft vermiſcht, müſſen aber ſelbſt Nicht-

*) Alſo grade ſo, wie Graf Rumford das im ſiebenten *Iday* für Waſſer darzuthun geſucht hat. *d. H.*

ter der Wärme ſeyn; ſonſt bewirkt man grade
s Gegentheil, wie ich ſelbſt aus Erfahrung weiſs.
nn, als ich, ſtatt der eben erwähnten Subſtan-
n, die Luft mit einer gleichen Quantität ſehr
den abgeglätteten Silber-Drath, ſo wie er ſich
n den Gold- und Silber-Spitzen abtrieſelt, vet-
zte; ſo wurde dadurch der Durchgang der Wär-
durch ſie ſo beſchleunigt, daſs ſie nun merk-
n eher durchdrang, als wenn ſie durch die bloſse
vermiſchte Luft ihren Durchweg hätte nehmen
ſſen.

Ferner muſs man auch darauf ſehen, daſs
Theilchen der Subſtanzen, die man mit der
ft vermiſcht, ſehr fein und zart ſind; denn je
ner ſie ſind, deſto gröſser wird ihre Oberfläche
Verhältniſs zu ihrer feſten Maſſe, und deſto
hr werden ſie die innere Bewegung der Luft-
ilchen verhindern. Grobe Pferdehaare wer-
n daher dieſem Endzwecke ſchlechter entſpre-
en, als feine Biberhaare, obgleich nach aller
ahrſcheinlichkeit in den chemiſchen Eigenthüm-
hkeiten dieſer beiden Haararten kein weſentli-
er Unterſchied ſtatt findet.

Eine andre mehr verborgene Eigenſchaft, die
ige Subſtanzen zu dieſem Gebrauche tauglicher
cht als andre, iſt eine gewiſſe anziehende Kraft,
e zwiſchen gewiſſen Körpern und der Luft exi-
rt. Ein Beyſpiel hiervon giebt die Feſtigkeit,

mit der ſich die Luft an die feinen Haare der Thiere und Federn der Vögel anſchmiegt. Daſs hierdurch die Bewegung der Luft, die in den Zwiſchenräumen dieſer Subſtanzen verſchloſſen iſt, verhindert, und folglich der Wärme der Durchgang durch ſie erſchwert wird, iſt leicht zu beweiſen.

Vielleicht giebt es aber auch noch eine verborgnere Urſache, die eine Subſtanz, vor der andern, zur Bildung einer Barriere für die eingeſchloſſene Wärme geſchickter macht. — Ich habe durch unwiderlegbare Verſuche gezeigt, daſs die Wärme durch die *torricelliſche Leere* einen Durchweg finden kann, obgleich etwas ſchwieriger, als durch die Luft *). Pflanzt ſich aber die Wärme da fort, wo keine Luft iſt, ſo muſs ſie dies vermittelſt eines Mediums bewerkſtelligen, das viel feiner als die Luft iſt. Das Medium durchdringt ſehr wahrſcheinlich mit der gröſsten Leichtigkeit alle feſten Körper, und ſo auch das Glas und das Queckſilber, deren man ſich zur Hervorbringung einer torricelliſchen Leere bedient.

Giebt

*) Siehe des Grafen Rumford's Verſuche über die Wärme in den *Philoſophical Transact. for* 1786. *Vol.* 76. In der Sammlung der *Eſſays* des Verfaſſers, machen ſie das erſte Kapitel des *Eſſay VIII.* aus, und da ſie in Grens Journal der Phyſik noch nicht benutzt ſind, ſo werde ich ſie hier in einem kurzen Auszuge beyfügen. *d. H.*

Giebt es nun ein ſolches Medium, das feiner iſt als die Luft, und das die Wärme fortpflanzen kann; ſollte es denn nicht vielleicht auch eine gewiſſe Verwandtſchaft zwiſchen dieſem Medium und ſinnlichen Gegenſtänden geben können? — eine gewiſſe Anziehung, vermittelſt welcher alle Körper oder einige Arten der Körper insbeſondre, auf irgend eine Weiſe dieſes Medium in ſeiner Operation, die Wärme fortzupflanzen, hemmen können? Aus den Reſultaten der verſchiedenen Verſuche, die ich über die Wärme angeſtellt, und in den *Philoſ. Tranſact. Vol.* 76. beſchrieben habe, erhellt, daſs die leitende Kraft der Torricelliſchen Leere ſich zu der der Luft wie 604 zu 1000 verhält. Ein ſpäterer Verſuch zeigte, daſs 55 Theile mit 1 Theile feiner roher Seide vermiſcht, ein Medium geben, deſſen leitende Kraft ſich zu der der Luft wie 576 zu 1284; oder wie 448 zu 1000 verhält *), als alſo für die Wärme noch ſchwerer zu durchdringen iſt, als ſelbſt die torricelliſche Leere. Die Seide muſs daher nicht allein die leitende Kraft der Luft völlig aufheben, ſondern auch die des thieriſchen Fluidums merklich verringern, das ſich ſehr wahrſcheinlich der Zwiſchenräume der Luft bemächtigt und die Fortleitung der Wärme durch eine torricelliſche Leere bewirkt. Denn dieſe iſt

*) Siehe meinen zweyten Aufſatz über die Wärme in den *Philoſ. Tranſ. for* 1792. und in Grens Journal B. *V.* Gr. R.

in dem Verhältnifs von 604 zu 448 ein beſsrer Leiter der Wärme, als jenes Medium. Doch unſre Kenntnifs von der Natur und der Fortpflanzung der Wärme iſt noch viel zu unvollkommen, als daſs wir dieſen Speculationen mit einiger Aussicht auf Erfolg und Nutzen nachgehn könnten; deshalb ich mich dabey nicht länger verweile.

Auf welche Art ſich auch immerhin die Wärme von einem Körper zum andern fortpflanzen mag; ſo iſt doch nun hinlänglich bewieſen, daſs ſie durch verſchloſſene Luft nur mit vieler Schwierigkeit einen Durchgang findet, und dieſe Erfahrung iſt ſehr wichtig, weil ſie uns Mittel an die Hand giebt, die Wärme mit Sicherheit und Leichtigkeit einſchlieſsen, und ihre volle Wirkung auf nützliche Endzwecke richten zu können.

Die atmoſphäriſche Luft iſt jedoch nicht der einzige Nichtleiter der Wärme; alle Luftarten, die künſtlich zubereiteten ſowohl, als die natürlichen, und der Regel nach alle elaſtiſchen Fluida, Dampf nicht ausgenommen, ſcheinen dieſe Eigenſchaft in demſelben Grade von Vollkommenheit zu beſitzen, wie die atmoſphäriſche Luft.

Daſs der *Dampf* kein Leiter der Wärme iſt, erfuhr ich durch folgenden Verſuch. Eine runde Flaſche von ſehr dünnem und durchſichtigem Glaſe, die einen Durchmeſſer von 8 Zoll, einen engen Hals und einen ſtarken einwärtsgebognen Boden

beſafs der einer ausgehöhlten Halbkugel von 6 Zoll im Durchmeſſer glich, wurde mit kaltem Waſſer gefüllt, und in eine flache Schüſſel von ungefähr 10 Zoll im Durchmeſſer geſtellt. Eine ſehr dünne Kupferplatte machte den Boden der Schüſſel aus, die etwa $\frac{2}{10}$ Zoll tief mit Waſſer gefüllt, und auf einem Dreyfuſs über eine Spirituslampe geſetzt wurde. In wenig Minuten kochte das Waſſer in der Schüſſel, und die von dem Boden der Flaſche gebildete Höhlung wurde mit Dampf-Wolken angefüllt, welche, nachdem ſie 4 oder 5 Minuten mit erſtaunlicher Geſchwindigkeit ſich darin herumgedreht, und einen guten Theil der hier befindlich geweſenen Luft herausgedrängt hatten, ſich nach und nach aufzuklären anfingen. Nach 8 oder 10 Minuten (da die in der Höhlung zurückgebliebene Luft ungefähr die Temperatur des Dampfs erhalten haben mochte) verſchwanden die Wolken gänzlich, und das, was ſich in dieſer Höhlung befand, wurde, ohngeachtet das Waſſer mit der gröſsten Heftigkeit zu kochen fortfuhr, vollkommen klar, daſs gar kein Dampf zu ſehen war. Wären nicht an der innern Seite der Höhlung beſtändig Waſſertropfen herabgefloſſen, ſo hätte man ganz an der Erzeugung des Dampfes zweifeln können.

Wenn man auf einer Seite die Flaſche einen Augenblick etwas in die Höhe hob, und eine kleine Quantität Luft hereinlieſs; ſo erhoben ſich

augenblicklich wieder die Wolken, fuhren fort einige Minuten mit grofser Schnelligkeit sich herumzudrehen, und verschwanden dann nach und nach wieder wie zuvor. Ich machte diesen Versuch mehrmals, und immer mit demselben Erfolge.

Indem ich nun fand, dafs die unter der Flasche hereingelassene kalte Luft den Dampf theilweis verdichtete, und Wolken hervorbrachte; so war ich auf die sichtbaren Wirkungen neugierig, die ein unter die Flasche gelegter kalter, fester Körper verursachen möchte. War der Dampf ein Wärmeleiter, so mufsten einige Wärmetheilchen aus demselben in den kalten Körper übergehn, und dadurch Wolken entstehen. War aber der Dampf ein Nichtleiter der Wärme, das heifst, konnte ein Dampftheilchen seine Wärme, oder einen Theil davon, dem andern benachbarten Dampftheilchen nicht mittheilen; so konnte der kalte Körper blos auf die Dampftheilchen, die mit ihm in wirklicher Berührung waren, wirken, und mithin keine Wolken erzeugen. Der Erfolg zeigte, dafs der Dampf in der That ein Nichtleiter der Wärme ist. Denn, als ein Stück Eis, fast von der Gröfse eines Hühner-Eies, in die Mitte der Flaschenhöhlung, auf einen kleinen Dreyfufs von Eisendrath gelegt wurde, und die Wolken, die durch das beym Aufheben der Flasche unvermeidliche Hineindringen der kalten Luft entstunden, nur erst verschwunden waren (welches bald geschah), wurde der Dampf so

vollkommen durchsichtig und unsichtbar, dass nicht der geringste Schein von Wölkigkeit irgendwo zu sehen war; selbst nicht einmal um das Eis herum; das, als es zu schmelzen begann, so klar und durchsichtig, wie der einste Bergkrystall, war.

Dieser Versuch, den ich das erstemal im November 1793 zu Florenz anstellte, wurde daselbst mehrmals in Gegenwart des Lords Palmerston und des Herrn von Fontana wiederholt *).

*) Die bey diesem Versuche gebrauchte Flasche, enthielt, ob sie gleich dem Umfange nach sehr grofs aussah, nur eine sehr kleine Quantität Wasser, weil ihr Boden sich sehr tief einwärts bog. Da die hohle Wölbung unter dem Boden der Flasche (die, wie ich schon oben bemerkt habe, beynah die Gestalt einer Halbkugel von 6 Zoll im Durchmesser hatte,) hier die Stelle eines Recipienten vertrat, um den Dampf aufzufangen und einzuschliefsen, der von dem in der Schüssel befindlichen kochenden Wasser sich erhob; so könnte man vielleicht glauben, dass ein gewöhnlicher Glas-Recipient, in der Gestalt einer Glocke, eben so gut wie diese Flasche dazu gebraucht werden könnte. Ich glaubte dieses auch, fand aber nachher, als ich den Versuch damit machte, dass ich mich geirrt hatte. Ein gewöhnlicher Recipient fängt den Dampf zwar eben so gut auf; aber das Glas wird bald so heifs, dass die Wassertropfen, die zufolge der Verdichtung des Dampfs auf den innern Oberfläche des Recipienten entstehn, anstatt an den Seiten in klaren, durchsichtigen Strömen herabzufliefsen, sich nun in Bläschen

Bey dieſen Verſuchen war die Wölbung der Flaſche nicht ganz luftleer; ſelbſt nachdem die Wolken völlig verſchwunden waren, befand ſich ein beträchtlicher Antheil Luft mit dem Dampf vermiſcht, wie ich mich davon durch eine beſondere Prüfung vergewiſſerte. Dieſer Umſtand macht den Verſuch nicht wenig merkwürdig und überraſchend. Es ſcheint, daſs weder die Maſſe des Dampfs, noch die der Luft, durch das Eis völlig abgekühlt wurden; denn wäre die Luft in Maſſe gekühlt worden, ſo iſt es ſehr wahrſcheinlich, daſs die Wolken wieder entſtanden wären.

Die Reſultate dieſer Verſuche, verglichen mit denen, die ich zur Entdeckung der vortheilhafteſten Geſtalt der Kochgefäſse anſtellte, eröffneten mir ein ganz neues Feld für die Speculation und für Verbeſſerungen in der Feuerungs-Oekonomie. Sie zeigten mir, daſs nicht allein *kalte*, ſondern auch *heiſse Luft*, und *heiſser Dampf*, und

und flockige Streifen verwandeln, die das Glas ſo trübe machen, daſs nichts deutlich durch daſſelbe kann geſehen werden. Dies vereitelt folglich die Hauptabſicht dieſes Verſuchs. Das kalte Waſſer in der Flaſche erhält dagegen das Glas kühl, und ſo geht die Verdichtung des Dampfes an den Seiten der Höhlung regelmäſsiger vor ſich, und die Waſſerſtröme, die beſtändig an den Seiten herunterlaufen, bilden, indem ſie ſich vereinigen, eine durchſichtige Waſſer-Wand. Vermöge dieſer Umſtände kann man alles das, was unter der Flaſche ſich zuträgt, deutlich bemerken. *Gr. R.*

heifse Mifchungen von Luft und Dampf, *Nichtleiter der Wärme* find: dafs folglich der heifse Dampf, der fich vom brennenden Brennmaterial erhebt, und fogar *die Flamme* felbft, ein Nichtleiter der Wärme ift.

Man kann das vielleicht für eine fehr kühne Behauptung halten; aber nach einer forgfältigen Prüfung der Erfcheinungen, die das Verbrennen des Brennmaterials und die Fortpflanzung der Wärme durch die Flamme begleiten, wird man fehen, dafs diefe Behauptung fehr wohl gegründet ift. Die Vortheile, welche die Wiffenfchaft diefer Sache gewährt, find von fehr grofser Wichtigkeit, und verdienen in einem eignen Abfchnitte vollftändig unterfucht zu werden.

---

3) *Von der Wirkungsart, wie die Flamme andern Körpern Wärme mittheilt.*

Die Flamme wirkt auf die Körper grade fo, wie ein heifser Wind. — Theorie des Löthrohrs durch Verfuche beftätigt. — Die Kenntnifs der Art, wie Wärme durch die Flamme mitgetheilt wird, ift zur Beftimmung der vortheilhafteften Geftalt der Kochgefäfse nöthig. Allgemeine Grundfätze, nach denen diefe Gefäfse verfertigt werden müffen.

Wenn die Flamme blofser Dampf, oder eine bis zum Rothglühen erwärmte Mifchung von Luft und Dampf ift, und diefe beiden Stoffe Nichtleiter der Wärme find; fo ift es fehr begreiflich, dafs

die Flamme, ungeachtet ihres grofsen Wärme-Grades, doch die wefentlichen Eigenfchaften ihrer Beftandtheile behält, und ein Nichtleiter der Wärme ift. Man bemerkt nicht, dafs die nichtleitende Kraft der Luft durch eine Erwärmung bis zu der Temperatur des kochenden Waffers gefchwächt würde, und ich fehe auch keine Urfache ein, warum diefe Eigenthümlichkeit der Luft, oder einer andern elaftifchen Flüffigkeit durch irgend eine Erhöhung der Temperatur, fie fey auch noch fo grofs, gefchwächt werden follte. Wenn aber der Dampf, und die Luft in der Temperatur von 212°, nach Fahrenheit, Nichtleiter der Wärme find; warum follten fie es nicht bleiben, wenn fie bis zu 1000°, oder zur Rothglühhitze erwärmt find? Ich wenigftens kann es nicht begreifen, wie ein Körper einer fo wefentlichen Eigenthümlichkeit beraubt werden könnte, ohne zugleich völlig ein neuer Körper zu werden; auch glaubt wohl niemand, dafs Dampf, oder Luft, durch die blofse Erhöhung der Temperatur bis zur Rothglühhitze eine chemifche Veränderung erleiden. So entfcheidend diefe Vernunftgründe fchon für fich find, will ich doch nicht auf fie allein meine Behauptung bauen; fondern auch durch Verfuche und Beobachtungen es beweifen, dafs die Flamme in der That ein Nichtleiter der Wärme ift.

Angenommen, dafs die Luft ein Nichtleiter der Wärme, zum wenigften in dem von mir gebrauchten Sinn des Worts, ift, werde ich nun dar-

zuthun suchen, dafs die Flamme genau auf dieselbe Art, wie ein heifser Wind, ihre Wärme mittheilt. Ist mir dies gelungen, so, glaub ich, kann ich meine erstere Behauptung für hinlänglich bewiesen ansehn.

Die Wirkungsart, wie ein kalter Lufthauch einen ihm ausgesetzten Körper abkühlt, ist bekannt, und bey der Nachspürung der Ursachen dieser Wirkungsart stofsen wir leicht auf dieselbe Eigenthümlichkeit der Luft, die sie auch zu einem Nichtleiter der Wärme macht. Denn, Könnten die Lufttheilchen, welche einen heifsen Körper berühren, die Wärme, die sie von ihm empfangen, mit vollkommner Leichtigkeit, den an sie anstofsenden Lufttheilchen, und diese sie wieder andern, und so fort, mittheilen; so würde dem heifsen Körper die Wärme, so schnell als er sie nur fahren lassen könnte, entrissen werden, und keine Bewegung der Lufttheilchen, kein Wind würde die Abkühlung des heifsen Körpers merklich erleichtern oder beschleunigen. Grade so müsste, wenn die Flamme ein vollkommner Leiter der Wärme wäre, jeder in sie hineingehaltener kalter Körper, so schnell, als er nur die Wärme aufzunehmen vermöchte, erwärmt werden, und weder irgend eine Bewegung der innern Theile der Flamme, noch die Gewalt, mit der sie gegen den Körper eindränge, könnten das Erwürmen desselben merklich erleichtern und beschleunigen.

Ist *dagegen* die Flamme ein Nichtleiter der Wärme, so wird ihre Wirkung genau der eines heißen Windes gleichen; und dann wird es folglich viel auf die Art und Weise ankommen, in der man sie gegen den zu erwärmenden Körper wirken läßt. Nur die Theilchen desselben, die mit dem Körper in wirkliche Berührung kommen, werden ihm dann Wärme mittheilen können, und je größer die Anzahl der verschiedenen ihn berührenden Theilchen der Flamme ist, desto größer wird auch die Quantität der mitgetheilten Wärme werden. Da dieses nun wirklich der Fall ist, so erhellt hieraus, wie richtig es ist, die Flamme mit Gewalt gegen den zu erwärmenden Körper dringen und auf eine solche Art gegen ihn schlagen zu lassen, daß ihre Ströme gebrochen und Wirbel in ihnen gebildet werden. Denn so wird durch die schnelle Bewegung der Flamme ein lebhaftes Aufeinanderfolgen der heißen Theilchen veranlaßt, und jede Art der innern Bewegung unter den Theilchen der Flamme, muß sehr kräftig zur Beschleunigung der Wärme-Mittheilung beytragen.

Die Wirkung eines *Löthrohrs* ist bekannt; aber ich glaube nicht, daß die Art, wie es die Wirksamkeit der Flamme vermehrt, je ist befriedigend erklärt worden. Man nahm allgemein an, daß der Strom der frischen Luft, der aus dem Löthrohre durch die Flamme getrieben wird, wirklich die Quantität des Wärmestoffs vermehre.

Ich glaube dagegen, dafs der Luftſtrom nur in ſo weit wirkt, als er die wirklich in der Flamme ſchon befindliche Wärme auf einen gegebnen Punkt leitet. Ein Luftſtrom kann, ſo fern er nicht zu gleicher Zeit zerſetzt wird, keine Wärme erzeugen; um aber im Feuer zerſetzt zu werden, müfste er mit dem brennenden Brennmaterial, oder zum wenigſten mit dem noch unentzündeten, aber verbrennlichen Dampf, der vom Brennmaterial aufſteigt, in Berührung gebracht werden. — Aber läſst es ſich wol denken, dafs in der klaren, glänzenden, völlig durchſichtigen Flamme eines Wachslichts, ſich noch eine entzündliche Subſtanz befinden könne, die noch nicht entzündet wäre? — Das Löthrohr hat aber doch dieſelbe Wirkung, wenn es gegen die klare Flamme eines Wachslichts gerichtet wird, als wenn man es zur Vermehrung der Wirkſamkeit einer gewöhnlichen Glasmacher-Lampe gebraucht.

Da ich einſah, dafs die Entdeckung der Art, wie der Luftſtrom eines Löthrohrs die innre Wirkſamkeit der Flamme vermehrt, auch viel Licht auf die Erforſchung der Wirkungsart, wie die Flamme den Körpern Wärme mittheilt, werfen müſſe; ſo machte ich folgende Verſuche, deren Reſultate nach meiner Meinung entſcheidend ſind.

Ob der aus einem Löthrohre gegen die Flamme gerichtete Luftſtrom zur Vermehrung ihrer

Wirkſamkeit nur dadurch beyträgt, daſs er ihre wirkende Kraft auf den Körper, gegen welchen ſie getrieben wird, vergröſsert, oder dadurch, daſs er wirklich die bey der Verbrennung des Brennmaterials erzeugte Quantität des Wärmeſtoffs vermehrt, oder wieviel davon auf Rechnung einer jeden dieſer beiden Urſachen zu ſchreiben iſt, dieſes auszumachen, fiel mir folgende Methode ein. Ich füllte eine groſse Blaſe, die über eine Gallone enthielt, mit Luftſäure, welche, wie bekannt, zur Erhaltung des Feuers ganz untauglich iſt, und die folglich, auf eine Flamme geblaſen, dieſer ſicher nichts von Wärmeſtoff geben kann. Bringt nun, ſchloſs ich, ein mit ſolcher Luft angeblaſenes Löthrohr auf die Flamme nahe dieſelbe Wirkung hervor, als wenn es mit gemeiner Luft angeblaſen wird; ſo dient dies zum deutlichſten Beweiſe, daſs die durch das Löthrohr vermehrte innere Wirkſamkeit der Flamme, der innern Bewegung derſelben, ihrer Richtung auf einen Punkt, der Gewalt, mit der ſie dadurch gegen den zu erwärmenden Körper zu ſchlagen gezwungen wird, und dem ſchnellen Aufeinanderfolgen der friſchen Theilchen, dieſes heiſsen Dampfes, zuzuſchreiben iſt, und nicht irgend einer poſitiven Vermehrung des Wärmeſtoffs.

Ich richtete nun die Oeffnung des Löthrohrs, welches an der mit Luftſäure gefüllten Blaſe befeſtigt war, gegen die klare, helle Flamme eines eben erſt geputzten Wachslichtes, und trieb durch

mmendrücken der Blaſe die Flamme gegen kleine Glasröhre, welche ſehr ſchnell roth. end wurde und ſchmolz. Die Zeit, in der s geſchah, wurde im Mittel aus mehreren uchen beſtimmt, und darauf der Verſuch mit ſphäriſcher Luft an demſelben Lichte und demſelben Apparate wiederholt. Das Reſul- blieb ganz daſſelbe, ohne daſs die Wirkung, iel ich bemerken konnte, gröſser, als mit äure, geweſen wäre. Dieſes beweiſt daher of- ir, daſs die durch ein Löthrohr vermehrte ſamkeit der Flamme nicht einer wirklichen nehrung des Wärmeſtoffs, welchen Luftſäure hergeben kann, ſondern allein der vermehr- Kraftäuſserung der Flamme zuzuſchreiben iſt, us der Gewalt, mit der ſie getrieben wird, aus den Wirbeln entſteht, in denen ſie auf der rfläche des Körpers, gegen den ſie ſpielt, ge- hen wird. Doch lieſs ich es bey dieſen Ver- n noch nicht bewenden, ſondern wiederholte veränderte ſie auf verſchiedene Art, indem ie Blaſe einmal mit Luftſäure, dann mit at- häriſcher Luft, mit Lebensluft oder mit Stick- füllte, welche ich durch Anbrennen eines ts in gemeiner Luft bis zum Verlöſchen erhal- hatte. Alle dieſe Verſuche gaben daſſelbe Re- t, und beſtätigten den Schluſs, daſs die Wir- ; eines auf dieſe Art gebrauchten Löthrohrs der Richtung und der Gewalt, die es der me giebt, und nicht einer wirklichen Ver- rung des Wärmeſtoffs zuzuſchreiben iſt. Ver-

langt man daher durch Anblaſen des Feuers die innere Stärke ſeiner *Wärme* zu vermehren, ſo muſs man den Luftſtrom in der Art anbringen, daſs er das Verbrennen befördert: er muſs auf die entzündete Oberfläche des brennenden Brennmaterials geleitet werden, und nicht gegen den davon aufſteigenden rothglühenden Dampf oder gegen die Flamme, in welcher ſehr wahrſcheinlich der Proceſs des Verbrennens bereits vollkommen vollendet iſt; und in dieſem Falle leidet es keinen Zweifel, daſs die Wirkung des Anblaſens ganz von der Beſchaffenheit der Luft abhängt, deren man ſich dabey bedient.

Die Reſultate der vorhergehenden Verſuche mit dem Löthrohre ſind unſtreitig entſcheidend, und die Vortheile, die aus der Kenntniſs dieſer Sache flieſsen, ſpringen in die Augen. Wenn die Flamme, oder der rothglühende, von brennenden Körpern ſich erhebende Dampf, ein Nichtleiter der Wärme iſt; und wenn, um ſeine Wärme andern Körpern mittheilen zu können, es nothwendig iſt, daſs ſeine Theilchen, vereinzelt, in wirkliche Berührung mit dieſem Körper gebracht werden; ſo iſt es klar, daſs die Geſtalt des Kochgefäſses und der Feuerſtäte Gegenſtände von der gröſsten Wichtigkeit ſind, und daſs die Geſtalt die vortheilhafteſte ſeyn müſſe, die die gröſste innere Bewegung in der Flamme veranlaſst, ſo daſs die gröſstmöglichſte Anzahl ihrer Theilchen nacheinander mit dem zu erwärmenden Körper in Berüh-

ng kommt. Das Kochgefäfs mufs daher nicht
ein die gröfstmöglichfte Oberfläche haben; fon-
rn feine Geftalt mufs auch fo feyn, dafs fie die
igebende Flamme, mit Gewalt gegen daffelbe
zudringen, fich gegen daffelbe zu brechen, und
Wirbeln und Strudeln über feine Oberfläche zu
eten, zwingt.

Es mufs daher die Hauptkraft der Flamme
gen den Boden des Kochgefäfses und nicht ge-
n die Seiten gerichtet werden. Denn, wenn
in die Flamme an den fenkrechten Seiten des
ochgefäfses frey in die Höhe ftelgen läfst, fo
eitet fie fehr fchnell längs der Oberfläche hin,
id findet da kein Hindernifs, an dem fie fich in
rudel und Wirbel brechen müfste. Sie fliefst fo
hig fort, wie ein Waffer ftrom in einem ebenen
inale, und die heifsen Dampftheilchen, welche
terwärts an die Seiten des Kochgefäfses anlie-
n, und von dem aufwärts treibenden Strom be-
indig fort an daffelbe angedrückt werden, hal-
n die andern heifsen Theilchen von der Berüh-
ng des Kochgefäfses ab. Auf diefe Art geht
y weitem der gröfste Theil der in der Flamme
efindlichen Wärme, anftatt dem Kochgefäfse fich
itzutheilen, durch den Rauchfang davon, und
t gänzlich verlohren. Wie aufserordentlich an-
hnlich diefer Verluft der Wärme ift, der aus
er fehlerhaften Geftalt der Kochgefäfse und ih-
er Feuerftäte entfpringt, das will ich im fol-
enden Abfchnitte zeigen.

4) Ungefähre Berechnung, wie viel Brennmaterial bey der gewöhnlichen Behandlung des Feuers in den Küchen unnütz verschwendet wird.

Daſs aus Unwiſſenheit und ſorgloſer Behandlung des Feuers ein groſser Theil der Brennmaterialien in allen Gegenden unnütz verſchwendet wird, iſt allgemein bekannt; daſs aber dieſe Verſchwendung volle *ſieben Achtel* der Wärme beträgt, die mit dem wirklich verbrauchten Brennmaterial erzeugt wird, oder bey gehöriger Behandlung daraus hätte erzeugt werden können, das werden vielleicht nur wenige glauben, und doch iſt dieſes das Reſultat der aufmerkſamſten Beobachtung und vieler Verſuche, die ich hierüber angeſtellt habe.

Da die Quantität der Wärme, die durch eine beſtimmte Quantität irgend eines gegebnen Brennmaterials erzeugt werden kann, nicht bekannt iſt, man alſo keinen feſten Maaſsſtab hat, um aus Vergleichung der Reſultate eines Verſuchs das Verhältniſs der nützlich verwandten und der verlohrnen Wärme zu erfahren; ſo ſchlug ich bey meinen Verſuchen folgenden Weg ein. Anſtatt die Quantität der Wärme ausfindig zu machen, die bey irgend einer gegebnen Operation verlohren geht, bemühte ich mich, zu erforſchen, mit wie viel weniger Brennmaterial, mit Hülfe einer vortheilhafteren Behandlung des Feuers und einer beſſe-

ren

ren Einrichtung der dazu nöthigen Maſchinerie wohl dieſelbe Operation könnte ausgeführt werden. Die ökonomiſchen Einrichtungen verſchiedener groſsen öffentlichen Anſtalten, die ſeit den letzten ſieben Jahren (1790 bis 1797) unter meiner Aufſicht in Bayern angelegt wurden, beſonders des Induſtriehauſes in München und der Militärakademie für 180 junge Leute, gaben mir eine ſehr günſtige Gelegenheit, meine Ideen über die Behandlung des Feuers in wirkliche Ausführung zu bringen, und ſetzten mich in Stand, nach den vielen ins Groſse getriebenen, oft veränderten und wiederholten Verſuchen, die wirkliche Wichtigkeit der eingeführten Verbeſſerungen behaupten zu können. Während dieſer ſieben Jahre wurde die Feuerſtäte der Küche des Induſtrie-Hauſes dreymal, und die der Militairakademie zweymal gänzlich niedergeriſſen und von neuem gebaut; noch öfter wurde die Form der Kochgefäſse und die innere Einrichtung der Feuerſtäte verändert. — Folgendes ſind Reſultate von Verſuchen, die ich ſelbſt mit der gröſsten Sorgfalt angeſtellt habe.

Verſuch 1. *und* 2. Ein der Küche der Militairakademie gehöriges Kupfergefäſs, deſſen Durchmeſſer oben 22, unten $19\frac{1}{2}$ rheinl. Zoll betrug, 14 Zoll tief und 50 ℔ bayr. Gewicht (61, 92 ℔ *avoirdupois*) ſchwer, wurde mit 95 baier. Maſsen oder 187 ℔ Waſſer (28 engliſchen Wein-Gallonen oder 232,58 ℔ *avoirdupois*) gefüllt, welches die

Temperatur von 58° F. hatte, und so auf seine Feuerstäte gesetzt. Darauf wurde unter dem Kochgefäse mit trocknem Büchenholze gefeuert, das Wasser zum Kochen gebracht, und darin zwey Stunden erhalten. Darauf wurde dasselbe Kupfergefäs völlig unter gleichen Umständen auf einen Dreyfus in einer Privatküche gesetzt, das Feuer mit demselben Holz so sparsam als möglich angelegt, und das Wasser wiederum 2 Stunden lang im Kochen erhalten. Die Resultate dieser Versuche waren folgende:

Man brauchte,	in der Küche der Milit. Akad. Zeit	Holz	in der Privat-Küche Zeit	Holz
um das Wasser zum Kochen zu bringen	1St. 1′	1 1 ℔	1St. 31′	45 ℔
um es darin zu erhalten	2St.	2½ ℔	2St.	17½ ℔
überhaupt	3St. 1′	13½ ℔	3St. 31′	62½ ℔

Da bey diesen Versuchen alles sich gleich war, so ist es klar, dass die verschiedenen Quantitäten des verbrauchten Holzes, 13½ und 62½, die verhältnismäfsigen Vortheile der bey der Behandlung des Feuers angewandten Methoden zeigen, und wie viel Brennmaterial bey der gewöhnlichen Art der Küchen-Feuerung unnütz verschwendet wird. Doch dieser Verlust ist in der That noch gröfser. Denn bey dem zweyten Versuche, wo das Kochgefäs über ein offenes Feuer gestellt war, trug man die gröfste Sorgfalt, das Feuer auf die vortheilhafteste Art anzulegen, worauf man gewöhnlich sehr wenig Aufmerksamkeit wendet.

Bey den verſchloſſenen Feuerſtäten von einer guten Bauart kann dagegen der eigentliche Ort des Brennmaterials nicht verfehlt werden; und die Unwiſſenheit und Nachläſſigkeit derer, die das Feuer beſorgen, kann daher keine beträchtliche Verſchwendung des Brennmaterials veranlaſſen; kein unwichtiger Vortheil dieſer Art von Feuerſtäten.

Verſuch 3. *und* 4. Eine groſse kupferne Bratpfanne, deren Durchmeſſer oben $11\frac{1}{4}$, unten $10\frac{3}{4}$, und deren Tiefe $3\frac{3}{4}$ Zoll betrug, wurde mit 4 Maaſs Waſſer, deſſen Temperatur 58° F, und deſſen Gewicht $7\frac{15}{16}$ ℔ war, auf ihre verſchloſſene Feuerſtäte geſetzt, darunter mit kleinen, ohngefähr 4 Zoll langen Stücken von trocknem Büchenholz Feuer angemacht, und das Waſſer zum Kochen gebracht und zwey Stunden darin erhalten. Darauf wurde dieſelbe Bratpfanne unter gleichen Umſtänden auf einem Dreyfuſs über ein offnes Feuer geſetzt; und das Waſſer darin auch 2 Stunden lang gekocht.

	über der verſchloſſenen Feuerſtäte		über offnem Feuer	
Man bedurfte	Zeit	Holz	Zeit	Holz
um das Waſſer zum Kochen zu bringen	12′	1 ℔	28′	6 ℔
und darin zu erhalten	2St. —	$\frac{3}{4}$ ℔	2St.	$5\frac{1}{2}$ ℔
überhaupt	2St. 12′	$1\frac{3}{4}$ ℔	2St. 28′	$11\frac{1}{2}$ ℔

Der Unterſchied in den Reſultaten dieſer l
den Verſuche iſt beynah derſelbe, wie bey den v
hergehenden, und ſie zeigen ebenfalls, daſs be
Kochen über einem offenen Feuer, beynah fü
mal mehr Brennmaterial erfodert wird, als we
die Wärme in einer verſchloſſenen Feuerſtäte
ſammengehalten und ihre Wirkſamkeit gehö
angewendet wird. Da aber auch hier wieder d
Brennmaterial mit der gröſsten Sorgfalt angel
wurde, ſo iſt es deutlich, daſs bey der gewöhn
chen Kocherey dieſer Unterſchied noch weit gr
ſser iſt.

Aus mehreren Berechnungen, die ich n
der gröſsten Genauigkeit über die in den Küch
verſchiedener Privatfamilien verbrauchte Quan
tät des Brennmaterials, in Vergleich mit den d
durch zubereiteten Arten von Speiſen, angeſte
habe, erhellet, daſs durch meine Verbeſſerung
zum wenigſten *neun Zehntel* des wirklich ve
brauchten Holzes hätten erſpart werden können

Aber nicht allein die Küchen mit offene
Feuerſtäten, ſondern auch die mit verſchloſſene
und überhaupt alle Arten derſelben, die ic
kenne, ſind noch einer groſsen Verbeſſerung fä
hig. Doch davon im nächſten Abſchnitt.

VI.

Ein merkwürdiger HOF UM DEN MOND;

beſchrieben

von

WILL. HALL

aus Whitehall *).

n der Nacht am 18ten Februar 1796. zeigte ſich
i Whitehall, unweit Berwick, ungefähr um 10
hr, ein ſonderbarer Hof um den Mond, wie ihn
af. IV. Fig. 8. vorſtellt. Der Mond war etwas
her halb voll, ſtand ungefähr in Südweſt beyna-
e 54° hoch, und hatte zwey Höfe: einen kleinen,
er vollkommen rund, mit dem Monde concen-
iſch, und zwiſchen 8 bis 12° im Durchmeſſer zu
yn ſchien; und einen gröſsern, der durch den
littelpunkt des Mondes ſelbſt ging, den kleinern
urchſchnitt, und ſich rings am Himmel in ge-
eigter Lage umherzog. Der höchſte Punkt die-
s gröſsern Hofes war der Mond ſelbſt, und der
iedrigſte gegenüberſtehende Punkt deſſelben
chien nur 14° über den Horizont erhaben zu
eyn, ſo daſs der Durchmeſſer dieſes Hofes 112°

*) Aus den *Transact. of the R. Soc. of Edinb. Vol.* 4. *p.* 173.

einnahm. Ob er völlig kreisrund war, darüber läfst sich nichts entscheiden, da ich nicht verschiedne Durchmesser desselben messen konnte; weil er indefs den andern Hof unter einem kleinern Winkel als hier in der Zeichnung zu durchschneiden schien, so mochte er vielleicht etwas elliptisch seyn. Zu genauen Messungen war mir grade kein Winkelmesser bey der Hand; ich machte mir aber einige Merkmale, so gut ich konnte, und mafs mittelst dieser die Winkel des andern Tags; und nach dieser Messung ist die Zeichnung gemacht, welche den Mond und beide Höfe auf den Horizont projicirt, in ihrer scheinbaren Lage und Breite, getreu darstellt.

Der kleinere Kreis war merklich hell, besonders zu *West-Reston*, 5 engl. Meilen nördlich von hier, dem einzigen Ort, wo man den Hof auch noch gesehn, und wo es geschienen hatte, als ob er Flammen ausendete. Auch war der kleinere Hof dort weit länger sichtbar, als hier, wo ein dünnes wollenähnliches Gewölk ihn bald zerstörte, indefs der gröfsere Hof auch hier faft eine Stunde lang gesehn wurde. Die Breite beider Ringe ist in der Zeichnung ziemlich nach Verhältnifs, doch eher etwas zu breit, dargestellt. Das Licht beider war weifslich und beträchtlich glänzend, aber ohne Farben; der gröfsere war der minder helle, besonders blafs da, wo er den kleinen Hof durchkreuzte, und gegen Norden etwas dunkel.

Die Witterung war für die Jahrszeit auſser-
lentlich mild, beſonders am Tage, als ſich der
f zeigte; und der Himmel den ganzen Tag über,
d auch am Abend, ſehr hell; nur zur Zeit
s Hofes war es etwas nebhig, vorzüglich nach
rden; doch hinderte das nicht, daſs der Mond
l ſchien, und daſs man die Sterne, ſelbſt inner-
lb des kleinern Hofs, wahrnahm. Der Wind
hte gar nicht, oder doch nur ſehr ſchwach.

Dieſer Hof gehörte, wie man ſieht, zu den
enannten *coronis*, und gleicht in etwas dem
ühmten Hof um die Sonne, der 1629 zu Rom
ehn und von *Scheiner* beſchrieben wurde. Die
iefe, gegen den Horizont geneigte Lage des
ſsen Hofs, der ſüdweſtlich 54°, nordöſtlich
hoch war, läſst ſich mit Huyghens Theorie
werlich vereinigen, welcher gemäſs ſolche Ringe
allel mit dem Horizont gehn müſsten. Grade
erſcheint in Scheiners Zeichnung der Hof um
Sonne zu Rom; und es iſt daher wahrſchein-
eine falſche Conjectur, wenn Huyghens dieſe
chnung dahin verändert, daſs der Hof parallel
dem Horizonte liegt.

VII.

Eine seltene Lufterscheinung;

beschrieben

vom

HERAUSGEBER.

Herr Professor *Wilse* in Norwegen, Pfarrer zu Edsberg bey Friedrichshold, der durch seine topographischen und itinerarischen Aufsätze über Norwegen, und durch seine Witterungsbeobachtungen als Mitglied der Mannheimer meteorologischen Societät rühmlich bekannt ist, erwähnt in einem Aufsatze über seine meteorologischen Beobachtungen in Norwegen *) einer *leuchtenden Erscheinung über der untergehenden Sonne*, von der ihm nie etwas in Büchern vorgekommen ist. „Ein senkrechter, etwa 2 Grad breiter *Strahl*, nach oben zu verengert, steigt 30 bis 50 Grad über die untergehende Sonne herauf, fängt bald

*) *Aesthetische, mahlerische und meteorologische Beobachtungen über Lufterscheinungen, besonders in Norwegen, mit einer nähern Anwendung auf Nebensonnen und Sonnenringe und ihre Prognostica, nach eigner Erfahrung aufgesetzt*; ein Aufsatz, den er der Göttinger Societät mitgetheilt hat, und der noch ungedruckt zu seyn scheint. (Gött. gel. Anz. 1794. St. 149.)

nach Untergang der Sonne an, dauert 10 bis 30 Minuten, und verliert sich nachdem allmälig von oben herunterwärts. Der Tag zuvor ist meist heiter; dreymal folgte so etwas auf eine Nebensonne, einmal auf einen Sonnenring. Wenn farbige, nicht gar zu dicke Wolken darüber schweben, gehn die Strahlen darüber in die Höhe hinauf, und ihre farbige Röthe ist viel blendender, als der Wolke ihre; also ist der Schauplatz in dem untern Theile des Dunstkreises.„

Sowohl den 25sten als den 26sten August 1796. hat dieses artige Phänomen sich auch hier bey uns in Halle gezeigt. Am letzten dieser Tage befand ich mich zufälliger Weise kurz nach Untergang der Sonne auf freyem Felde, und konnte dasselbe mit aller Muse betrachten. Drey mattröthliche Strahlen schienen von der schon untergegangnen Sonne auszufahren. Sie waren, wie Hr. Wilse sie beschreibt, unterwärts jeder etwa 2 Grade breit, verengerten sich nach oben zu, doch nicht viel, und zeigten sich höchstens in einer Länge von 15 bis 20 Graden. Der am deutlichsten sichtbare stieg senkrecht empor; daneben zu jeder Seite ein andrer Strahl. Der an der südlichen Seite, so nahe bey dem senkrechten, dass beide nur durch ein Kugelsegment von etwa 8 Graden getrennt wurden. Dieses Kugelsegment zeigte sich im schönsten Blau, war bis zu seiner Spitze herab (die einige Grade über dem Horizonte hing) aufs deutlichste zu erkennen, und zog durch den star-

ken Contraſt mit dem Lichtſchimmer beider Strahlen zuerſt meine Aufmerkſamkeit auf dieſe Erſcheinung. Der nördliche Strahl mochte gegen den ſenkrechten unter einen Winkel von 40 Graden geneigt ſeyn, fiel jedoch weniger als die beiden erſten in die Augen. Am ganzen weſtlichen Himmel zeigte ſich das nach Sonnenuntergang gewöhnliche weiſsliche Licht, das aber weit matter als der Schimmer der Strahlen war, und das Blau des Kugelſegments nicht ſchwächte. Ich ſah das Meteor etwa 10 Minuten lang; doch mochte es ſchon eine Zeitlang am Himmel ſtehn, ehe ich es wahrnahm. Als es verſchwunden war, ſtand am weſtlichen Himmel eine grauliche Wolke, die ich zuvor wegen des Lichtſchimmers nicht ſo deutlich wahrgenommen hatte. Der Tag war ſehr heiſs, völlig heiter, doch windig; der Abend empfindlich kühl. Meinem Begleiter (Herrn Prof. Morgenſtern in Danzig), den ich auf die Erſcheinung aufmerkſam machte, erſchien ſie völlig ſo wie mir. An einem der folgenden Tage hörte ich, daſs auch den 25ſten ſich ein ähnliches, vielleicht noch ſchöneres Phänomen ereignet habe. Maurer, die in einem Hauſe gearbeitet hatten, äuſserten gegen den Hausherrn, es ſey doch wunderbar, daſs die ſchon untergegangne Sonne noch helle Strahlen geworfen habe.

Herr *Wilſe* erzählt, „er habe dergleichen einigemal beobachtet, und eine Nachricht davon dem *Herrn von Beguelin*, Mitglied der Preuſsiſchen

kademie der Wiſſenſchaften, der genaue meteo-
ologiſche Tagebücher hielt, überſandt. Dieſer
abe es für das Zodiacallicht gehalten *), das
önne es aber nicht ſeyn, da es ſich meiſt zu an-
ern Zeiten als um die Zeit der Nachtgleichen er-
gnet habe."

Des Herrn *von Beguelins* Meinung beweiſt,
ſs er weder dieſe Erſcheinung, noch das *Zodia-
allicht* je ſelbſt geſehn habe. Vom Zodiacal-
chte iſt das Phänomen völlig verſchieden. Es
igt ſich unmittelbar nach Untergang der Sonne,
nd dauert höchſtens 30 Minuten; das Zodiacal-
cht hingegen wird erſt drey Viertelſtunden nach
ntergang der Sonne ſichtbar. Jenes ſind abge-
umpfte Strahlen, ſcharf begränzt, und durch ihr
elles Licht unverkennbar. Dieſes zeigt ſich lin-
nförmig zugeſpitzt, als ein ſo matter ungewiſſer
chimmer, daſs, ſo aufmerkſam ich auch ſeit vie-
n Jahren auf dieſe Erſcheinung geweſen bin,
s mir doch noch immer zweifelhaft iſt, ob ich
irklich das Zodiacallicht ſchon geſehn habe.

Zwar bemerkte ich nicht ſelten zur Zeit der
ichtbarkeit deſſelben einen weiſslichen matten
ichtſchimmer ungefähr in der Lage des Thierkrei-
es; doch verlief ſich dieſes Licht immer ſo in
en dunkeln Theil des Himmels, daſs nichts von
iner linſenförmigen Geſtalt zu erkennen war,
nd ſchien ſo ungewiſs, daſs andre, die ich dar-

*) *Hiſtoire de l'Academie de Pruſſe A.* 1782. *p.* 15.

auf aufmerksam machte, bald gar nichts, bald nichts anderes, als den gewöhnlichen Abendschimmer heller Sommernächte, zu sehn behaupteten.

Unter 93 Erscheinungen von Nebensonnen, Sonnenringen und Mondringen, die Hr. *Wilse* in Norwegen beobachtete, waren nur 8, auf welche kein übles Wetter erfolgte. Hier sind zwar Mondringe nicht selten, allein Nebensonnen habe ich noch nie, und nur einen einzigen Sonnenring gesehn, der allerdings auch Vorbote von schlechtem Wetter war. Eben das war das oben beschriebne Meteor. Vor dem 25sten und 26sten August hatten wir Wochenlang heiteres sehr heisses Wetter gehabt. Am 27sten stellte sich ein Regen ein, der den ganzen Nachmittag und die Nacht hindurch währte, und das trübe kalte Wetter mit täglichem Regen und vielen Gewittern hält noch jetzt an, (den ersten September 1796, als dieses geschrieben wurde, und dauerte, wenn ich nicht irre, selbst noch längere Zeit fort.)

Dieser Umstand scheint zur Erklärung des Phänomens genutzt werden zu können. Dass einige Zeit vorher, ehe Regenwetter sich einstellt, grosse Veränderungen in der Atmosphäre, wenn sie uns gleich nicht sichtbar sind, vorgehn müssen, zeigen die Veränderungen am Barometer. Wahrscheinlich wird dabey auch die Dichtigkeit der Luft stellenweise merklich verändert; zugleich an diesen Stellen die brechende Kraft, welche die Luft auf Lichtstrahlen ausübt. Dass

aber, wenn ein brechendes Mittel von ungleicher Dichtigkeit ist, sich ähnliche Phänomene ereignen, ist den Optikern bekannt.

Oft zeigen sich durch fehlerhafte achromatische Gläser Lichtstreifen. Das ist dem Künstler ein Zeichen, dass das Flintglas, welches er dazu angewandt hat, von ungleicher Dichtigkeit ist, und dass die dem Flintglas beygemischten metallischen Bestandtheile sich nicht gleichförmig mit der Glasmasse vermischt haben. *Blair* *), ein Schottländischer Physiker, füllte zwischen zwey Convexgläsern von Kronglas flüssige Spiessglasbutter, die so Gestalt und Eigenschaften einer Hohllinse im achromatischen Objectiv bekam. In ein Fernrohr eingesetzt, zeigte ein solches Objectiv zwar farbenlose Bilder; allein da man es nach der Venus richtete, schienen vom Rande der Venusscheibe nach verschiednen Richtungen Lichtströme wie Kometenschweife auszufahren. Sie verginen so ziemlich, wenn man das Objectiv schüttelte, kamen aber bald wieder. Zuletzt zeigten sich den bloßen Augen breite Adern in der Spiessglasmasse, und diese Ungleichheiten waren es, welche die Erscheinung bewirkten.

Grade so könnten vielleicht, wenn die Strahlen der schon untergesunknen Sonne auf die her-

*) *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Vol.* 3. 1794.

abwärts ſich verdichtenden concentriſchen Luftſchichten auffielen, bey Ungleichheiten in der Dichtigkeit einer und derſelben Schicht (die nahe auf der Erde unſtreitig gröſser als in der Höhe ſind), jene helle Lichtſtrahlen, die aus der Sonne auszugehn ſchienen, als Vorboten von Regenwetter entſtehn.

Uebrigens verdient aus der angeführten Nachricht vom Wilſeſchen Aufſatze noch bemerkt zu werden, daſs die 93 darin verzeichneten Lufterſcheinungen aus 30 *Nebenſonnen*, 62 *Sonnenringen* und 1 anſehnlichen *Mondringe* beſtehn. Kälte, Abwechslung von Bergen und Thälern, weit in das Land eintretende Meeresbuchten, ſchnelle Abwechſelung der Temperatur (im April und May oft um 20° Reaum. von 5 Uhr Morgens bis 2 Uhr Nachmittags) ſind wahrſcheinlich Urſach, daſs dieſe und ähnliche Meteore in Norwegen ſo viel häufiger, als in den heiſsern Ländern wahrgenommen werden.

„Zu Spydeberg ſah Herr Wilſe gewöhnlich nach Nachtfröſten die dicken Dünſte des Stroms *Glommen* wie eine ausgeſtreckte Wolke, welche die jenſeitige Landſchaft in der Luft zu tragen ſchien; — und den 27 Juni 1789. nahm er um 11 Uhr Nachts auf einer Reiſe von Spydeberg nach Chriſtiania eine ſchöne Landſchaft in der Höhe in den Wolken abgebildet wahr.„ Leſer der vorigen Aufſätze über die irdiſche Strahlenbrechung werden ſogleich wahrnehmen, daſs es

ſteres nichts anderes als das von Monge, Büſch, Gruber u. ſ. w. beſchriebne Phänomen war, welches mit einer *Spieglung herabwärts* verbunden iſt, die Herr Wilſe vielleicht nur überſah. Was alſo in den Sandwüſten Aegyptens die Erhitzung des brennenden Bodens bewirkte, grade das ſcheint in Norwegen beym Froſte durch Erkältung der Luft über dem wärmer bleibenden Boden bewirkt zu werden, nemlich eine Temperaturerhöhung der Erdfläche über die Wärme der Luft, wodurch die von Gruber erprüfte Strahlenbrechung über erwärmte Flächen ſtark genug wird, ihre überraſchende Phantome zu erzeugen. — Die *letztere* Beobachtung ſcheint eine merkwürdige *Spieglung aufwärts* geweſen zu ſeyn, dergleichen Gruber erwähnt, und es wäre wohl eine nähere Beſchreibung derſelben zu wünſchen.

VIII.

Einiges aus Gren's nachgelaſſenen Papieren.

(A. d. Ph. II. 484. Beſchluſs.)

3. *Chemiſche Unterſuchung des Amalienbades zu Morsleben im Magdeburgiſchen.*

A) *Unterſuchung des rohen Waſſers.*

Ich erhielt das Waſſer zu meiner Unterſuchung in gut verwahrten und ganz damit angefüllten ſteinernen Flaſchen.

Das ſpecifiſche Gewicht deſſelben fand ich bey 13° R. 1,00042, alſo nur wenig vom deſtillirten Waſſer verſchieden; ein Beweis, daſs es bey ſeinem ſtarken, ſchon durch den tintenhaften Geſchmack merkbaren Eiſengehalt, wenig andere Subſtanzen aufgelöſt enthielt. Es war völlig klar und farbenlos, der Geruch etwas hepatiſch, und, ſetzte man es der Luft aus, ſo überzog es ſich mit einer dünnen Haut, und lieſs, nachdem viel Luft ſich entwickelt hatte, einen gelben Niederſchlag fallen. Um die Quantität ſeiner Beſtandtheile zu erfahren, unterſuchte ich es mit folgenden *gegenwirkenden Mitteln*.

1) *Lackmustinctur* wurde davon ſogleich geröthet, nach Erwärmung des Waſſers aber wieder blau.

2) *Fernambucpapier* wurde vom Waſſer nicht verändert, und nur erſt ſpät zeigte ſich ein etwas dunklerer Teint ſeiner Farbe.

3) *Cur-*

3) *Curcumapapier* blieb unverändert.

4) *Concentrirte Vitriolſäure* brachte keine Ver-derung zuwege, auſser daſs ſich einige Luftblä-ien entwickelten.

5) *Zuckerſäure* machte erſt nach 24 Stunden nen äuſserſt geringen weiſsen Niederſchlag.

6) *Zuckerſaures Gewächsalkali* brachte zwar ſo-eich einen weiſsen, aber doch nicht ſehr beträcht-:hen Niederſchlag zuwege.

7) *Aetzendes Mineralalkali* dazu getröpfelt, be-irkte einen dunkel olivengrünlichen Niederſchlag, :r nach 24 Stunden gelblich war.

8) *Aetzendes Ammoniak* machte einen ſchwärz-:hgrünen Niederſchlag.

9) *Kalkwaſſer.* Es wurden gleiche Theile von iden mit einander vermiſcht. Es entſtand ſogleich ne Trübung, und es ſonderte ſich ein ſchmutzig ünlicher Niederſchlag ab, der in dem offenen eſäſse nach 24 Stunden gelblich war.

10) *Bitterſalz* löste ſich darin auf, ohne die larheit des Waſſers im mindeſten zu trüben.

11) *Salzſaure Schwererde* bewirkte eine Trü-ung, und einen weiſslichen Bodenſatz, doch auch i geringer Menge.

12) *Salpeterſaure Silberauflöſung* machte einen veiſslichen Niederſchlag, mit einer darüber ſtehen-len dunkleren Wolke.

13) *Salperterſaure Queckſilberauflöſung.* Das Waſ-er wurde getrübt, und es entſtand ein ſchmutzig veiſser Niederſchlag.

14) *Reguliniſches Silber.* Eine neue Silbermünze wurde in das Waſſer gelegt. Sie war nach 24 Stun-len ſchwach angelaufen.

15) *Eſſigſaure Bleyauflöſung.* Es entſtand ein gelblich weiſser Niederſchlag, der ſich im deſtillirten Eſſige nicht ganz wieder auflöſete.

16) *Weiſser Arſenik.* Einige Gran feingepulverter weiſser Arſenik wurden mit 12 Unzen Waſſer in einer genau verſtopften Flaſche einige Tage lang zuſammen hingeſtellt; ich konnte indeſſen keine Veränderung in gelben Arſenik wahrnehmen.

17) *Seifenſpiritus* machte alles Waſſer ſtark milchigt.

18) *Galläpfeltinctur* brachte ſogleich eine ſchwarze Farbe hervor.

19) *Blutlauge:* Es entſtand Berlinerblau.

20) *Hahnemanns Weinprobe.* Das Waſſer wurde ſchwärzlich.

21) *Arſenikaliſche Schwefelleber* brachte ähnliche Veränderungen hervor.

B. *Unterſuchung des gekochten Waſſers.*

Ich lieſs ſechs Pfunde Waſſer in einem gläſernen Kolben im Sandbade aufkochen, bis etwa ein Pfund verdampft war, und dann wieder erkalten. Es hatte ſich eine Quantität braungelber lockerer Ocher zu Boden geſetzt, und das übrige Waſſer war völlig klar. Ich prüfte das klar abgegoſſene Waſſer durch folgende gegenwirkende Mittel.

1) *Lackmustinctur* blieb unverändert.

2) *Zuckerſaures Gewächsalkali.* Es zeigte ſich erſt ſehr ſpät eine ſchwache Trübung.

3) *Aetzendes Mineralalkali* trübte das Waſſer nicht bemerkbar.

4) *Kalkwaſſer* blieb unverändert.

5) *Salzſaure Schwererde* machte einen geringen weiſsen Niederſchlag.

6) *Salpeterſaure Silberauflöſung.* Es entſtand ein weiſſer Niederſchlag.

7) *Galläpfeltinctur.* Sie gab keine Spur eines Eiſengehaltes an.

8) *Seifenſpiritus* machte das Waſſer etwas trübe.

9) *Salpeterſaure Queckſilberauflöſung.* Das Waſſer wurde gelblichweiſs getrübt.

10) Die Auflöſung des reinen ſchwefelſauren Silbers bewirkte einen zarten weiſſen Niederſchlag.

C. *Folgerungen aus den angeführten Verſuchen.*

Schon der ſtarke dintenhafte Geſchmack des Waſſers lieſs ganz offenbar auf einen Gehalt an *Eiſen* ſchlieſsen; die Verſuche *A.* 18. u. 19. ſetzten es auſser Zweifel, ſo wie auch *A.* 7. 8. 9. 20. u. 21. es zeigen. Das Daſeyn der *Luftſäure* erhellet aus *A.* 1. u. 9.; beſonders aus dem Verlauf von *A.* 1. und aus der Vergleichung mit *B.* 1. u. 4. Der Mangel alles Eiſengehalts in dem gekochten und klar vom Bodenſalze abgegoſſenen Waſſer, nach *B.* 7. beweiſt, daſs das Waſſer ein *luftſaures Stahlwaſſer* iſt, daſs es keinen Eiſenvitriol enthält, und daſs das *Eiſen* darin nur allein durch *Luftſäure* aufgelöst iſt.

Die Beſchaffenheit des Eiſens und ſeines Menſtruums in dieſem Waſſer erklären denn nun auch ſehr leicht die Veränderungen, die es erleidet, wenn es an der Luft ſteht, wenn es erwärmt, und wenn es gekocht wird, und geben über den Eiſenocher Aufſchluſs, den es in den Baſſins und Gerinnen fallen läſst.

Die Verſuche von *A.* 2. u. 3. zeigten die Abweſenheit von freyem Mineralalkali; aber *A.* 5. u. 6. be-

wiesen die Anwesenheit von *Kalkerde*, die durch Luftsäure, oder eine andere mineralische Säure, aufgelöst seyn konnte. *A.* 11. zeigte die *Vitriolsäure*, folglich *vitriolsaure Kalkerde* an, was sich durch *B.* 5. bestätigte. Indessen bewiesen die Versuche mit dem gekochten Wasser, dass ein Antheil der Kalkerde, auch durch *Luftsäure* im Wasser aufgelöst sey. Die Versuche von *A.* 17. u. *B.* 8. zeigten das Daseyn *erdigter Mittelsalze* überhaupt an; *B.* 4. aber die Abwesenheit jedes Mittelsalzes, das Bittererde oder Thonerde zur Grundlage hat. *A.* 12. 13. u. 15. liessen auf *Vitriolsäure* und *Salzsäure* schliessen, und *B.* 6. u. 9. gaben die Bestätigung. So wie aber *B.* 5. die Vitriolsäure bewies, so gab *B.* 10. die Salzsäure unwidersprechlich an.

Das *Hepatische Gas* des Wassers gab sich deutlich durch den Geruch zu erkennen; aber das Anlaufen des Silbers unter dem Wasser nach *A.* 14. und die Färbung der Niederschläge aus der Auflösung des Silbers, Quecksilbers und Bleyes, nach *A.* 12. 13. u. 15. zeigten offenbar darauf hin; indessen liess doch der Versuch von *A.* 16. schliessen, dass die Basis dieses Gas in nicht sehr beträchtlicher Menge zugegen seyn könne.

D. *Scheidung der Bestandtheile des Wassers.*

Ich liess das Wasser in einem glatten porzellänenen Napfe, der im Sandbade stand, und wenn es nöthig war, mit einem Deckel verschlossen werden konnte, nach und nach abdunsten. Ich brauchte die Vorsicht, die Flaschen, aus denen ich das Wasser nahm, jedesmal mit destillirtem Wasser nachzuspülen, um so die Eisentheile, die das Wasser etwa hätte fallen lassen, nicht verlohren gehen zu lassen.

:h concentrirte auf dieſe Weiſe nach und nach
; Pfunde Waſſer (zu 16 Unzen deutſches M. G.)
is auf etwa 3 Pfunde.

1) Es hatte ſich eine Menge eines braungelben
)chers geſammelt, und das Waſſer hatte ſein *Eiſen*
nd ſeine *luftſaure Kalkerde* fallen laſſen. Um dieſe
u ſcheiden, ſchüttete ich alles durch ein Filtrum
on ungeleimtem Seihpapier, ſpülte den Napf
orgfältig mit deſtillirtem Waſſer aus, und ſüſste den
Rückſtand im Filtro damit aus.

2) Den im Filtro geſammleten Bodenſatz (1.) über-
oſs ich, ehe er noch trocken war, mit verdünntem
Königswaſſer. Er löste ſich mit mäſsigem Aufbrau-
an darin auf. Die durchgeſeihete und mit deſtil-
irtem Waſſer aus dem Filtro nachgeſpülte Lauge
natte eine goldgelbe Farbe, und enthielt das *Eiſen*
nd die *Kalkerde*. Ich ſchied das erſtere durch
ätzendes Ammoniak, die letztere durch luftſaures
Gewächsalkali, und erhielt an *Eiſen* 12 Gran, und an
luftſaurer Kalkerde 9 Gran. Daſs die letztere keine
Bitterſalzerde enthielt, erhellte daraus, daſs ihre
Auflöſung in Salpeterſäure vom Kalkwaſſer nicht
getrübt wurde.

3) Das durchgeſeihete Waſſer und die vom Aus-
ſüſsen des Rückſtandes im Filtro (1.) geſammlete
Lauge lieſs ich nun in dem porzellänenen Napfe bis
zur völligen Trockniſs verdunſten. An der Wand
des Gefäſses hatte ſich ein Ueberzug angelegt, der
durchs Mikroſkop betrachtet ſpieſsigt ausſahe; auf
dem Boden des Napfes befand ſich etwas graulich-
weiſse, mehr körnige, Salzmaſſe, die nachher
wieder etwas Feuchtigkeit anzog. Ich ſammlete
dieſen Rückſtand genau zuſammen, ſchüttete ihn
in ein kleines Filtrum von Löſchpapier, das in einem
kleinen gläſernen Trichter lag, ſpülte den Napf

mit Alkohol rein aus, und goſs die Lauge auf den Rückſtand im Filtro. Die durchgelaufene geiſtige Lauge goſs ich zu wiederholtenmalen wieder aufs Filtrum zurück, und ſüſste zuletzt den Rückſtand darin mit friſchem Alkohol aus.

4) Die durchgeſeihete geiſtige Lauge (3.) lieſs ich in einem auf einer empfindlichen Waage abtarirten kleinen Glaſe auf dem Stubenofen bis zur tröffigen Trocknifs abdunſten. Sie hatte eine gelbliche Farbe, und gab an zerflieſsbarer Salzmaſſe 7½ Gran. Es war *ſalzſaure Kalkerde*. Denn die Auflöſung davon im deſtillirten Waſſer ſchlug den Silbervitriol nieder, wurde aber mit dem Kalkwaſſer nicht trübe. Sie enthielt folglich auch nichts von Bitterſalzerde oder Thonerde.

5) Der im Filtro gebliebene Rückſtand von der geiſtigen Ausziehung (3.) wog nach dem Trocknen 18 Gran. Er war *vitriolſaure Kalkerde*, oder *Gyps*. Kochſalz konnte ich in ihm nicht entdecken. Glauberſalz oder Bitterſalz konnten aber, ſchon wegen der ſalzſauren Kalkerde (4.), nicht im Waſſer ſeyn.

6) Die aus 24 Pfunden Waſſer erhaltenen feſten Beſtandtheile waren alſo: 12 Gran *Eiſen*; 9 Gran *luftſaure Kalkerde*; 7½ Gran *ſalzſaure Kalkerde*, und 18 Gr. *Gyps*.

7) Jetzt waren nun noch die *flüchtigen* Beſtandtheile des Waſſers zu beſtimmen. Ich brachte zu dem Ende von dem Waſſer aus den am beſten verwahrten Bouteillen in eine gläſerne Retorte, die mit einem langen Halſe verſehen und mit dem pneumatiſchen Apparat verbunden war. Ich füllte die Retorte ganz damit an, und brauchte dazu 21½ Unzen Maaſse Waſſer. Ich brachte das Waſſer im Sandbade zum Kochen, und erhielt es darin ſo lange, bis

keine Luft mehr überging. Ich erhielt nach Abzug der atmoſphäriſchen Luft 8 Unzen Maaſse Luftſaures Gas, die vom Kalkwaſſer verſchluckt wurden. Das Waſſer enthält alſo im Pfunde ſehr nahe 6 Unzen Maaſse an *luftſaurem Gas*. Ich bin indeſſen überzeugt, daſs das friſche Waſſer an der Quelle einen merklich gröſsern Gehalt an Luftſäure haben müſſe.

Ohngeachtet der Geruch des Waſſers und die gegenwirkenden Mittel Spuren von hepatiſchem Gas anzeigten, ſo konnte ich doch durch Deſtillation des Waſſers nichts dergleichen, auf keine Weiſe, beſonders darſtellen.

E. *Reſultat dieſer Unterſuchung.*

Aus den bisher erzählten Verſuchen erhellet alſo, daſs das Waſſer des Amalienbrunnens ein *luftſaures Stahlwaſſer*, mit etwas *hepatiſchem Gas* verbunden, ſey; und es enthält

1 Pf. Waſſer (zu 16 Unzen medic. Gew.)	
an *Eiſen*	$\frac{1}{2}$ Gr.
luftſaurer Kalkerde	$\frac{3}{5}$ —
ſalzſaurer Kalkerde	$\frac{5}{16}$ —
vitriolſaurer Kalkerde	$\frac{3}{4}$ —
an feſten Subſtanzen überhaupt	$1\frac{1}{16}$ Gr.

an luftſaurem Gas 6 Unzenmaaſse.
an hepatiſchem Gas eine noch unbeſtimmte Menge.

Es gereicht dem Waſſer zu einem ſehr groſsen Vortheil, daſs es bey ſeinem ſtarken Eiſengehalt eine ſo ungewöhnlich geringe Menge anderer Beſtandtheile enthält. So wie der Arzt in ſehr vielen Fällen einfache Arzneymittel den zuſammengeſetztern vorzieht, ſo wie er es da in ſeiner Gewalt hat, ihre weſentlichen Kräfte beſſer beurtheilen, ſie nach Ge-

fallen abzuändern, verſtärken und ſchwächen zu können; ſo verdient dieſes ſo reine Stahlwaſſer gewiß die Aufmerkſamkeit der Aerzte, die es zu benutzen Gelegenheit und guten Willen haben. Wenn nicht ſchon eine mehrjährige Erfahrung den groſſen Nutzen beym äuſſern und innern Gebrauch dieſes Waſſers bewährt hätte, für welchen auch die öffentliche Empfehlung meines verehrungswürdigen Lehrers des Hrn. Hofrath *Beireis* in Helmſtädt, bürgt, wird doch jeder rationelle Arzt aus den jetzt zergliederten Beſtandtheilen deſſelben ſehr leicht die zahlreichen Fälle beurtheilen können, wo ſeine Anwendung indicirt iſt, und ſein nützlicher Gebrauch Platz findet.

Dr. F. A. C. Gren.

ANNALEN DER PHYSIK.

DRITTER BAND, VIERTES STÜCK.

I.

BEOBACHTUNGEN

über die Strahlenbrechung auf erwärmten Flächen;

vom

Abbé TOBIAS GRUBER,

K. K. Kameral-Baudirector in Prag *).

In meinen phyſikaliſchen Briefen aus Krain, die im Jahr 1781. gedruckt wurden, habe ich eines merkwürdigen Phänomens erwähnt, das ich ſowohl auf dem ebnen *Zirknitzer Seeboden*, als in den viele Meilen weiten Ebnen des *Temeswarer Ban-*

*) Ein Auszug aus deſſen *Phyſikaliſcher Abhandlung über die Strahlenbrechung und Abprallung auf erwärmten Flächen*, in den Abhandl. der böhmiſchen Geſellſch. der Wiſſenſch. B. II. und daraus auch beſonders abgedruckt, Dresden 1787. 35 S. 4. Iſt dieſer intereſſante Aufſatz gleich ſchon vor mehrern Jahren erſchienen, ſo ſcheint er doch nur wenig bekannt zu ſeyn, und ich darf hoffen, daſs der Leſer dieſen gedrängten Auszug daraus um ſo weniger für veraltet und

nats, besonders wenn sie sich bis in den Horizont zu verlaufen schienen, häufig wahrgenommen habe. Der Luftkreis schien etwa 6 Fuss hoch über der Ebne so verdickt *) zu seyn, dass er die Strahlen, die hier sehr schief einfielen, nicht hindurchliess, sondern zurückwarf, wodurch sonderbare optische Täuschungen veranlasst wurden. So z. B. zeigten sich von einem Dorfe, das 1000 bis 2000 Klafter entfernt schien, blos die Dächer, einem Wäldchen ähnlich; die über die Ebne hervorragenden Warthügel ohne Grundlage, und die höher emporragenden Gegenstände, Bäume, Gebäude, Thürme u. s. f., weil sie wie auf einer Wasserebene sich spiegelten, in doppelter Gröfse. Ich glaubte grofse Seen in weiter Ferne, die am Horizont wie Meere wurden, zu sehn; näherte ich mich ihnen, so verschwanden sie bald, bald entfernten sie sich immerfort, und wenn ich vom Sitze meines Wagens aufstand, und mich etwa 3 Fuss hoch erhob, nahmen sie ab, oder erschienen gar nicht mehr. Diese Erscheinungen über-

überflüssig halten wird, da vielleicht mancher sich an den Ausdruck der Urschrift und an eine kleine Ueberladung stiefs. Er gehört zu den Hauptschriften in dieser Materie, die spätern Bemerkungen Huddarts, Monges, Vinces u. a. schliefsen sich an ihn aufs beste an, und auch H. Woltmann baut auf ihn im folgenden Aufsatze fort. *d. H.*

*) Hr. Abbé *Gruber* nimmt diesen Ausdruck nachher selbst zurück, da die Dünste die Luft vielmehr verdünnen. *d. H.*

aſchten mich ſehr, bis ich ihre Urſache enträthſelte. Die Reflexion des grauen Himmels giebt der ſpiegelnden Luft das Anſehn von Waſſer, worin ſich die erhabnen Gegenſtände abbilden und noch einmal ſo groſs werden; nach der Beſchaffenheit des Landes zeigen ſich Seen von verſchiednem Umfang, und wenn der Zuſchauer ſich erhebt, wird der Einfallswinkel verringert, und nun hört die Zurückwerfung auf, und die optiſche Täuſchung verſchwindet. Ich bemerkte dieſes meiſt im Frühjahre, und die Luft konnte nur 6 bis 7 Fuſs hoch über der Erdfläche die optiſche Täuſchung bewirken.

Alle Bemerkungen, die ich ſeitdem noch über dieſe Erſcheinungen angeſtellt habe, und die vielen vom Herrn *Prof. Büſch* erzählten Phänomene dieſer Art *) beweiſen: 1) daſs auch unpolirte, rauhe, höckrige, ja gemeine Erdflächen, unter gewiſſen Bedingungen alles das bewirken, was ſpiegelnde Flächen in eben der Lage darſtellen; 2) daſs man dieſes weder eine *Strahlenabprallung* (denn dabey ſpielt grade die Strahlenbrechung eine weſentliche Rolle), noch eine *horizontale* Refraction nennen dürfe, weil es (wie die Folge zeigen wird) auch auf allen andern Flächen unter jedem beliebigen Neigungswinkel gegen den Horizont ſtattfinden kann; 3) daſs der Raum über der

*) Annal. d. Phyſ. III. Auſſatz 3.

Fläche, innerhalb welches dieſe Spieglung vorgehet, nach Verſchiedenheit der Umſtände bald höher, bald niedriger iſt, wie es das Entſtehen, Verändern und Verſchwinden des Phänomens bey einerley Lage des Auges offenbar beweiſt; und 4) daſs bey einer beſtimmten Höhe des ſpiegelnden Luftraums auch das Auge eine beſtimmte Höhe hat, innerhalb welcher die Erſcheinung im weiteſten Umfange ſichtbar iſt, abnimmt und verſchwindet; je mehr das Auge ſich in dieſer Höhe erhebt, deſto weiter ſcheint das Bild in die Ferne zu gehn, bis es ganz verſchwindet.

Nach vielem vergeblichen Umherſehn nach einem Orte, wo dieſe Erſcheinung ſich genauer unterſuchen lieſse, fand ich ihn unvermuthet im Fenſter meiner Wohnung, aus welchem ich den Fries und den Vorſprung des Architravs am dranſtoſsenden Hauſe überſehn konnte. Der Kalkbewurf hatte einige ſanfte Vertiefungen, die 4 bis 5 Linien unter die Ebne hinabgehn mochten, und in dieſen Vertiefungen ſpiegelte ſich die Façe eines am Ende ſtehenden Hauſes, ſo oft die Mauer ſtärker als die umgebende Luft erwärmt war. War die Façe nicht beleuchtet, und daher dunkler als die Fläche des Frieſes, ſo erſchienen in den Vertiefungen dunkle Streifen; wurde ſie dagegen beleuchtet, ſo zogen ſich hellweiſse Streifen durch die Vertiefungen. Längs der Ebne des Frieſes ſchien eine wallende Atmoſphäre zu ſchweben, die das Höckrige der ſich ſpiegelnden Façe nach

iner Richtung ſenkrecht auf dem Frieſe verlän-
erte. Erhob man das Auge über die Ebne
es Frieſes, ſo zog ſich die Spiegelung in die Ver-
iefungen zuſammen; das Bild entfernte ſich immer-
ehr, wurde dabey kleiner, und verſchwand
nlich ganz, wenn die abprallenden oder gebro-
henen Strahlen es nicht mehr erreichten, und
war bey zunehmender Wärme erſt bey weitern
ntfernungen *). Bey einem ſanften Winde er-
eiterte ſich das Bild, und die Umriſſe kamen in
ne wellenförmige Bewegung; auch aus Höhen,
welchen es noch unſichtbar war, erblickte man
, ſobald ein Luftzug über den Fries hinfuhr,
nd es ſchien dann gleich forteilenden Wellen
urch die Vertiefungen hinzuziehn. Dieſes Schau-
iel zeigt ſich, wenn die Sonne eine Zeitlang ge-
ienen hat, jedem, der nicht zu kurzſichtig iſt,

*) Die kleinſte und die gröſste Erhebung über der Ebne des Frieſes, bey welcher ich das Bild wahrnahm, war $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll. Die Entfernung des Auges vom Mittelpunkte der Erſcheinung lieſs ſich nicht genau meſſen, iſt auch nach Verſchiedenheit der Temperatur zu veränderlich; ich ſchätze ſie ungefähr auf 4 Klafter, wenn das Auge $\frac{1}{4}$ Zoll über der Ebne des Frieſes ſtand. Das gäbe einen Abprallungswinkel von 3 Minuten, folglich, wenn die Entfernung des Auges von der erwärmten Erdfläche 7 Fuſs betrug, wie in den zuerſt angeführten Erſcheinungen, eine Entfernung des Bildes von 1344 Klaftern, welches recht gut mit meiner Erzählung übereinſtimmt. Gr.

und ich bin überzeugt, dafs es sich unter gleich
Umständen auf allen grofsen Mauerflächen zeig
müsse. — Der Barometerstand hat auf diese E
scheinung keinen oder doch nur einen sehr ger
gen Einflufs, denn sie zeigt sich bey sehr versch
nen Barometerhöhen, und zwar nur dann, we
die Ebne den gehörigen Grad von Wärme erre
hat. Das Thermometer hingegen stand alsda
an der Mauer gehalten, stets um einige Grade
her, als in der freyen Luft.

Daraus schliefse ich, 1) dafs die Strahlen
prallung oder Brechung blos daher entstehe, v
die Mauer stärker als die umgebende Luft erwä
ist, und dafs sie bey zunehmender Temper
gröfser wird; 2) dafs die Luftschicht an einer
chen spiegelnden Ebne *dünner* als die andre
seyn müsse; wie man das an dem Aufwärtsste
der Lufttheilchen längs der erwärmten Fl
(das ohne Verdünnung derselben nicht gesch
könnte), und an der wellenförmigen Bewe
des Bildes, die aufwärts zu gehn scheint, d
lich wahrnimmt; und 3) dafs die Strahlenab
lung oder Brechung über der erwärmten Fl
durch diese verdünnte, oscillirende Luft bew
wird, da man schon bey jedem Lichte, b
Kohlenfeuer und bey den Dämpfen, die aus
Schornsteine aufsteigen, sich überführen k
dafs wärmere Luft die Gestalt der Gegenstände
zieht, und in bebende Bewegung bringt.

Hierauf geſtützt, ve ſuchte ich dieſe Erſcheinung in meinem Zimmer zu bewirken; und das gelang mir völlig. Eine 8 Fuſs lange, 2 Zoll breite und $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Eiſenſtange wurde ſo viel als möglich grade gereckt, an einer Seite eben gefeilt, und, um ihr allen Glanz zu benehmen, mit einer ſchwarzen Erdfarbe beſtrichen; darauf über einem Kohlenfeuer erhitzt, und ſo an ihren Enden auf zwey Unterlagen, in ſenkrechter Richtung auf eine queer davorſtehende Wand, die 2 Klafter davon entfernt war, geſetzt. Durch ihre Schwere ſenkte ſich die Stange in der Mitte $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien tief; in der Richtung ihrer Länge war in der Wand ein weiſses Papier befeſtigt, und vor der Stange, 18 Fuſs weit vom Mittelpunkte der Senkung, ein achromatiſches Fernrohr mit einem Stativ geſetzt.

Alle Gegenſtände, die man längs der Kanten der Stange betrachtete, erſchienen in verzogener Geſtalt, als würde ihre Contur von der Oberfläche des Eiſens angezogen. Anfangs wallte die Luft bis auf 6 Zoll über der Stange, und wenn das Auge ſich der Ebne der geſchwärzten Eiſenfläche allmälig näherte, ſo verwandelte ſich plötzlich das Schwarz der Stange in das Weiſs des dahinter hängenden, ſich ſpiegelnden Papiers. Mit abnehmender Wärme des Eiſens zog ſich, bey unverrücktem Augenpunkt, das weiſse Bild in die Mitte der Senkung zuſammen; hier zeigte ſich ein weiſser Queerſtrich, die übrige Stange war ſchwarz. Der Augenpunkt, aus wel-

ellem die Erſcheinung zuerſt ſichtbar wurde, lag 9 Linien über der Ebne durch die Endpunkte der Stange. Wurde das Auge bis zu dieſer herabbewegt, ſo verſchwand das Bild, und der Winkel der Sichtbarkeit des Bildes betrug daher 12 Minuten.

Einer der folgenden Verſuche belehrte mich, daſs dieſer Winkel zugleich mit der Wärme abnimmt. Bey einer Entfernung von 42 Fuſs vom Mittelpunkt der Senkung, hatte er, als das Barometer auf 28 Wiener Zoll und 3 Linien, und das Reaumüriſche Thermometer an der Luft auf 11° ſtand, die Gröſsen, welche beyſtehende Tafel angiebt. Während der vier erſten Beobachtungen ſtand ein Fenſter auf; dieſes wurde alsdann zugemacht, und ſogleich verminderte ſich der Winkel der Sichtbarkeit von 9 auf 6 Minuten, ſtieg aber, als vor dem 6ten Verſuche das Fenſter wieder geöffnet wurde, aufs neue auf 9 Minuten; ein offenbarer Beweis, daſs der Luftzug die Sichtbarkeit des Bildes vergröſsert. Doch findet wegen der Oſcillation des Bildes bey dieſen Winkeln keine groſse Schärfe ſtatt. — Als ich bey einem andern Verſuche den weiſsen Streifen, der ſich in der Mitte der Eiſenſtange abbildete, aus verſchiedenen Weiten betrachtete, zeigte er ſich aus gröſsern

Wärme der Eiſenſtange.	Winkel.
1) 52° R.	23′
2) 45° —	18′
3) 36° —	13′
4) 27° —	9′
5) 24° —	6′
6) 22° —	9′
7) 20° —	6′
8) 19° —	4′
9) 16° —	2′

Entfernungen beträchtlich erweitert. Auch vergrösserte sich das Bild, so wie das Fenstor geöffnet wurde, durch den Luftzug. Bey Entfernungen des Auges vom Mittelpunkte der Senkung von 16, 23, 35, 41 Fuſs, betrug nemlich, ungeachtet die Stange sich während der Beobachtung abkühlte, die scheinbare Gröſse des Papiers 14′, 16′, 25′, 28′. Bey der zweyten Beobachtung war ein Fenster geöffnet worden, wodurch das Papier nicht nur scheinbar gröſser wurde, sondern auch höher heraufrückte. Bey den folgenden war das Fenster wieder geschlossen.

Um den *Neigungswinkel* der einfallenden Strahlen gegen die Eisenfläche, und den *Ablenkungswinkel* der Strahlen, die vom erwähnten Eisen ins Auge kamen, mit möglichster Genauigkeit zu finden, diente folgende Vorrichtung. Die beiden Ruhepunkte der Stange *D* (Fig. 1. Taf. VI.) wurden genau ins Niveau gebracht, da denn das erwärmte Eisen sich 2 Linien tief in der Mitte *F* senkte; 39 Fuſs vor dieser Senkung stellte ich in *O* ein achromatisches Fernrohr mit einem Niveau horizontal, ungefähr in der Mitte zwischen der kleinsten und gröſsten Höhe, aus welchen das Bild sichtbar war, und 19 Fuſs 2½ Zoll hinter derselben eine mit weiſsem Papier bespannte Tafel *AM*, an welche mein Gehülfe die Spitze eines Bleystifts von oben herabführte, bis das Bild derselben durch das Teleskop gesehn, in der Mitte der Senkung erschien. Dieser Stand des Bleystifts *L* wurde an der Tafel bezeichnet,

eben so das Niveau des Auges M, und sowohl ML, als FG (der Abstand der Einsenkung F vom Niveau des Auges OM) gemessen. Bedeutet AB die Horizontallinie durch F, so wurde dadurch $AL = FG - ML$ bestimmt. Daraus fanden sich aus 8 Beobachtungen, die hintereinander angestellt wurden, (und bey denen das Fernrohr, weil der Winkel der Sichtbarkeit mit der Wärme abnahm, dreymal weiter herabgesenkt werden müsste,) folgende Einfalls- und Ablenkungswinkel:

Wärme der Eisenstange	Neigungswinkel AFL	Ablenkungswinkel BFO
58° R.	29′ —	22′ 10″
35 —	20 —	16 —
33 —	16 40	derselbe
30 —	14 50	derselbe
29 —	15 —	14 10
27 —	16 30	derselbe
21 —	13 20	9 50
18 —	9 50	derselbe *).

Das Barometer stand 28 w. Zoll $4\frac{1}{5}$ Linien, und das Thermometer in freyer Luft $1\frac{1}{2}$° hoch. Im Durchschnitt genommen waren also die Winkel AFL grösser als die Ablenkungswinkel BFO, worüber ich nachher noch einiges sagen werde. — Bey einem andern Versuche, wo das Ende der Stange C etwas tiefer als D lag, waren die Win-

*) Ich weiss nicht, ob dieser Ausdruck sich auf die daneben, oder auf die darüberstehende Zahl bezieht; auch sagt der Verfasser nichts über die Unregelmäßigkeit in den Neigungswinkeln AFL. d. H.

l *AFL* beynahe dreymal gröfser als die Winkel *FO.*

Zuletzt liefs ich noch farbige Scheiben und dre Gegenſtände hinter der erwärmten Eiſenınge auf und nieder bewegen. Sie wurden insſammt ſo kenntlich (nur etwas behend und niergedrückt) auf der Stange dargeſtellt, als wenn n Glasſpiegel auf ihr läge, der alles *umgekehrt* rückwürfe. Am ſchönſten präſentirte ſich ein ennendes Licht, das wie ein helleuchtendes ernchen an der Oberfläche des Eiſens ſtrahlte *).

Auch als ich die erwärmte Eiſenſtange zur achtzeit in ihrer Mitte an einer Zange aufhing, daſs ſie ſich herabwärts krümmte, ſpiegelten ch die Gegenſtände, und beſonders ein Licht, ıs einer gewiſſen Entfernung, in der Mitte der ıch unten zu liegenden Vertiefung ſehr deutlich, ɔgleich die erwärmte, aufwärts wallende Luft ın nicht hoch über der ſpiegelnden Fläche liegen onnte.

*) Bey einem dieſer Verſuche, als das Barometer auf 28 w. Zoll $\frac{1}{4}$ Linie, und das Thermometer in der freyen Luft auf 9° ſtand, hörte die Spiegelung ſchon auf, als das Eiſen ſich von 62 bis 30° erkältet hatte. Ob das etwa von der Dünnheit der Luft herrührte, da dieſer Barometerſtand 2 Linien unter hieſigem Varium (?) war. — Uebrigens dürfte dieſe Eigenſchaft erwärmter Körper ſich trefflich zu optiſchen Blendwerken brauchen laſſen. *Gr.*

Als die Eisenstange auf Glasstäbe gelegt, und *electrisirt* wurde, änderte sich nichts; obgleich ich ihr, während sie sich vom 42° bis 10° Wärme abkühlte, zehnmal hintereinander Electricität geben und nehmen liefs, konnte ich doch keinen Unterschied im Bilde und dessen Gröfse, der dadurch bewirkt worden wäre, wahrnehmen.

Ob aber die Spiegelung nicht durch *Dünste* erregt oder erweitert werde, darüber bestimmen meine Versuche nichts mit Gewifsheit. Denn da die erwärmte Eisenstange mit einem naffen Pinsel überstrichen wurde, schien es mir zwar, als wolle sich das Bild bey Erhebung des Pinsels zeigen; allein das zu sichtbare Ansteigen der Dünste verhinderte die Beobachtung. — Es würde interessant seyn, wenn andre Physiker diese so leichten Beobachtungen weiter verfolgten, aus denen über die irdische Strahlenbrechung noch mancher Aufschlufs zu hoffen ist.

* * *

Von diesen Versuchen glaube ich eine leichte *Anwendung auf das zu Anfang erwähnte Phänomen einer Strahlenablenkung in der Natur* machen zu können. Man denke sich eine durchhitzte Erdfläche *AB* (Fig. 2. Taf. VI.), welche die über ihr liegende Luftschicht bis *CD* so erwärmt, dafs sie der Strahlenablenkung fähig wird; so mufs die Luft, dicht an der Erdfläche, am mehrsten verdünnt seyn, mithin die Strahlen am stärk-

ſten ablenken, und dieſe Wirkung ſich aufwärts, bis zur gemeinen atmoſphäriſchen Verdickung der Luft*), allmälig verlieren. Dadurch muſs

1) in der Luft eine *oſcillirende Bewegung* entſtehn, indem die dünnere Luft heraufſteigt und die dickere herabſinkt; ſie zeigt ſich in der That über jeder Erdfläche, die von der Sonne eine Zeitlang beleuchtet iſt, und Liesganig beklagt ſich ſogar, daſs ihm die dadurch bewirkte bebende Bewegung der Objecte, bey ſtarkem Sonnenſchein, auf den groſsen ungariſchen Ebenen in ſeinen Meſſungen ſehr hinderlich geweſen ſey **).

2) Muſs in dieſem von unten nach oben ſich verdickenden Luftraume eine Strahlenbrechung vor ſich gehn, die der gewöhnlichen gerade entgegengeſetzt iſt. Die *gewöhnliche* macht die Lichtſtrahlen nach oben zu convex, und erhebt die fernen Gegenſtände über den Horizont; dieſe ungewöhnliche bricht dagegen die Lichtſtrahlen ſo, daſs ſie nach unten zu convex werden, und drückt dadurch die Bilder entfernter Gegenſtände (alſo auch z. B. den ſcheinbaren Seehorizont) unter den wahren Horizont herunter; und hierin liegt der Grund der ſonderbaren Phänomene, wel-

*) *Huddarts* Fläche der gröſsten Dichtigkeit und Brechbarkeit, Ann. d. Ph. III. Aufl. 1.

**) *Dimenſio graduum Viennenſis et Hungarici*, Vindob. 1770. 4. Man vergleiche damit des Grafen von Rumford Beobachtung, Ann. d. Ph. II. S. 285.

ohe bey der irdiſchen Strahlenbrechung vorkommen*).

3) Strahlen, wie *MGo* und *LHO* (Fig. 2), welche in dieſen Luftraum bey einerley Beſchaffenheit deſſelben parallel einfallen, müſſen gleichmäſsig gekrümmt werden, und ihre Ablenkungsſcheitel *G*, *H*, gleich hoch über dem Erdhorizonte liegen. — Wird der Einfallswinkel (d. h. der Winkel des Strahls mit dem Perpendikel auf der brechenden Fläche) ſpitzer, wie z. B. beym Strahl *MFo*, ſo nähert ſich der Ablenkungsſcheitel *F* dem Horizonte, und fällt umgekehrt bey Strahlen, wie *MEo*, die unter ſtumpfern Winkeln einfallen, höher hinauf**). — Zieht ſich endlich der ver-

*) Dieſes iſt, wie man ſieht, vollkommen die Theorie, woraus *Huddart* Ann. d. Phyſ. III. Auſſ. 1. die von ihm beobachteten Phänomene ungewöhnlicher Strahlenbrechungen auf eine ſo leichte und glückliche Art erklärt. Schade, daſs H. *Gruber* nicht mehrere Verſuche über den Einfluſs der Waſſerdämpfe auf dieſe Brechungen anſtellte, da ſie nach allen Beobachtungen dabey ſo beträchtlich mitzuwirken ſcheinen.
d. H.

**) Daraus erklärt ſich die zweyte Beobachtung *Dalbys* Ann. d. Phyſ. III. 276. Anm. ohne Schwierigkeit. Die Strahlen, die von den näherliegenden Pfählen durch die verdünnte Luftſchicht ins Auge kamen, fielen unter ſpitzern Winkeln ein: ſo kamen ſie alſo auch ins Auge, daher ihre Tangenten unter die Tangenten der

nnte Luftraum bey abnehmender Wärme zu-
mmen, ſo wird bey unveränderter Lage des Ob-
:ts und des Auges, jeder Einfalls-, mithin auch
ler Ausfallswinkel ſpitzer. Hieraus erklärt
h die Erweiterung des Bildes bey niedrigerer Lage
s Auges, oder bey Vergröſserung der verdünn-
n Luftſchicht; ſo wie die Zuſammenziehung des
ldes in den Vertiefungen, bey Erniedrigung die-
: Luftſchicht mit abnehmender Wärme.

4) Je mehr ſich das Auge, bey unveränderter
he des verdünnten Luftraums und bey unverän-
rter Lage des Objekts, erhebt, deſto weiter müſ-
1 die Reflexionen, oder vielmehr die Ablen-
ngsſcheitel der Strahlen, vom Auge fortrücken,
enn, rückt das Auge aus *O* in *o* (Fig. 2.) hinauf,
wird nicht mehr der Strahl *M H*, ſondern ein
it ihm paralleler *L G*, der einen entferntern Ab-
allungsſcheitel hat, durch Refraction ins Auge
mmen, und zwar wird ſich ungefähr verhalten
O: *Bo*, wie *BF*: *Bf*; daher kömmt es, daſs
s beſchriebne Phänomen auf groſsen Ebenen, bey
hebung des Auges in die Ferne, zu fliehen ſcheint.

5) Iſt *LIO* (Fig. 3) der unterſte Strahl, der
ter einem ſpitzen Winkel in den nach unten ſich
rdünnenden Luftraum einfällt, mithin der un-
rſte, mit welchem ſich die reflexionsartige Ablen-

Strahlen von den entferntern Pfählen fielen, dieſe Pfähle folglich über dem Niveau jener, und zwar bey gröſserer Weite höher darüber erhaben ſchienen. *d. H.*

kung anfängt; ſo werden die Strahlen von allen Punkten, die unterhalb *L* nach dem Auge zu liegen, durch die Brechung zwar etwas, doch weniger abgelenkt, und zwar ſo, daſs ſie um deſto weniger erniedrigt werden, je näher ſie vom Auge liegen. Irgend einer dieſer Strahlen, z. B. *PO*, wird dem reflectirten Strahl *LIO* ſo nahe laufen, daſs die Punkte *P* und *L* im Auge neben einander erſcheinen. Aus dem Raum *PL* kommen alsdann entweder gar keine Strahlen ins Auge; oder ſie vermiſchen ſich mit dem Contur des reflectirten Bildes, wie ſich das wirklich öfters ereignet. — Befindet ſich das Auge innerhalb des ſich verdünnenden Luftraums, ſo können die Strahlen oberhalb deſſelben blos durch Brechung, die unterhalb deſſelben aber ſowohl durch Brechung als durch Abprallung ſichtbar werden. — Hieraus erklärt ſich die Bemerkung der Deicharbeiter bey Büſch (Ann. d. Ph. III. 297.), welchen das gegenüberliegende Elbufer den Morgen, als ſie an die Arbeit gingen, ſo hoch ſchien, als läge es am Deiche, indeſs es ſpäterhin, als das Phänomen wahrzunehmen war, ſank. Das Geſtade muſste nemlich durch die ungewöhnliche Strahlenbrechung niederzuſinken ſcheinen, und bey zunehmender Wärme das erweiterte Bild ſich verlieren.

6) Das Auge liege in oder über dem verdünnten Luftraum, ſo iſt es möglich, daſs aus einem Punkte *M* eines entfernten Gegenſtands *H* mehrere Strahlen, die in einer Verticalfläche zwiſchen

n den Strahlen MQO und $MFGO$ (Fig. 4.) lie-
, zugleich ins Auge kommen. Denn, ſtehn die
ſſe der Einfalls - und Austrittswinkel gegen
nder in einerley Verhältniſs, oder iſt $CF : TS$
$Q : TN$; ſo müſſen auf NS ſo viel Ausfalls-
auf FQ Einfallswinkel vorhanden ſeyn. Da
nun unſrer Vorausſetzung gemäſs, jede Ein-
liſtanz von F, zu der ihr entſprechenden Aus-
liſtanz von S, wie $FQ : SN$ verhalten muſs
n es iſt $CQ - CF : TN - TS = CF : TS$);
üſſen alle Strahlen, welche aus M ausgehn, und
Q einfallen, um bey ihrem Austritte zwi-
S und N verhältniſsmäſsige Sinuſſe ihrer
rittswinkel zu erhalten, durch denſelben
t O gehn, worin ſich das Auge befindet.
ll das Auge *niedriger* als der Punkt M ſteht,
en, ſo wie die Winkel MFC abnehmen, die
kungsſcheitel dieſer Strahlen immer weiter
nach O zu rücken, bis endlich das ablenken-
dium aufhört, oder (iſt das Auge innerhalb
ben) der Ablenkungsſcheitel zuletzt ſelbſt
Punkt des Auges fällt. Im Fall das Auge
halb dieſes Medii *höher* als der leuchtende
liegt, (wenn z. B. O der leuchtende Punkt
das Auge iſt,) ſo würden ſich umgekehrt
lenkungsſcheitel vom Auge entfernen. Lie-
ndlich Punkt und Auge in gleicher Höhe,
f und o in Fig. 3.) ſo fallen die Ablenkungs-
l in einer Verticallinie unter einander. —
s folgt, daſs der leuchtende Punkt M in allen

drey Fällen, nach einer Richtung ſenkrecht auf die erwärmte Fläche, *verlängert* erſcheinen müſſe, und zwar dem Winkel *NOS* entſprechend, unter welchem die Gränzſtrahlen unter denen, die von einem Punkte ins Auge kommen, in dieſes gelangen. Um ſich hiervon durch Erfahrung zu überzeugen, braucht man nur einen etwa 12 Zoll langen vierkantigen Metallſtab zu erwärmen, und längs deſſelben hinzuſehn; man wird wahrnehmen, daſs die Punkte eines über oder in dem erwärmten Luftraum angeſehenen Objects, ſenkrecht nach der erwärmten Fläche hin ausgedehnt ſcheinen.

7) Nur wenn ſich das Auge ziemlich tief innerhalb des verdünnten Luftraums befindet, kann das Strahlenbild auf groſsen Ebenen ſehr hoch über dem Horizonte des Auges zu ſtehen kommen, und mit dem Himmel, der ſich darin ſehr deutlich ſpiegelt, vermiſcht werden. Ich ſah dieſe ſo weit ausgedehnte Erſcheinung nie nach den mittlern Nachmittagsſtunden, ſondern meiſt früh in ganz heitern Tagen, oder um Mittag, nachdem vorher die Sonne einen Nebel niedergeſchlagen und ſich der Erdfläche bemeiſtert hatte, wie das im Frühjahr und Herbſt zu geſchehen pflegt. Wahrſcheinlich war denn der Temperaturunterſchied zwiſchen Erdboden und Luft gröſser, als nachher, wenn die Luft durch längern Sonnenſchein ſchon mehr erwärmt, und dadurch ein nach oben ſich überall verdünnendes, wenigſtens nicht ſo ſtark verdichtendes Medium, als es dieſes Phänomen erfordert, entſtanden war.

Selbſt die wiederholte Beobachtung, daſs ſich bey meinen Verſuchen mit einer erwärmten Eiſenſtange, das Bild durch einen ſanften Luftzug vergröſserte, ſcheint dieſe Meynung zu beſtätigen. Denn der Luftzug kann wohl hierbey nicht anders, als durch das Hinzuführen einer kältern und eben dadurch dichtern Luftmaſſe über die erwärmte Fläche wirken, wodurch das ablenkende Medium vergröſsert und verſtärkt wird. — Ueberhaupt bemerkte ich, daſs es bey dieſer ungewöhnlichen Strahlenbrechung meiſtens nur auf den Temperaturunterſchied einer Fläche und der atmoſphäriſchen Luft ankömmt. Denn ich habe ſie an der Mauer, an welcher ſich ein benachbartes Haus ſpiegelte (S. 380) auch zu einer Zeit geſehn, wo die Sonne den ganzen Tag über nicht geſchienen hatte, und das reaum. Thermometer auf — $2\frac{1}{2}$° ſtand. Es iſt daher ſehr wahrſcheinlich, daſs man ſie über Erd- und Waſſerflächen auch des Nachts wahrnehmen könne.

8) Obgleich bey meinen Verſuchen, wo ich, ſo zu ſagen, die Natur, dieſes Schauſpiel nach meinem Belieben aufzuführen, zwang, dickere oder dünnere Luft, Dünſte und Electricität keinen Einfluſs auf das Phänomen zu haben ſchienen, ſo möchte ich doch einen ſolchen Einfluſs bey Erd- und Waſſerflächen ihnen nicht abſprechen. Denn hier, wo die Strahlenbrechung im Groſsen wirkt, giebt eine geringe Urſach ſchon einen merkbaren

Ausschlag. Wenigstens scheint es, dafs dickere Luft und Dünste, die der Luft ein andres Verhältnifs in ihren Bestandtheilen geben, (welches bey Verflüchtigung des Morgenthaus statt fände,) einen grölsern Unterschied der Wärme zwischen den Erdflächen und der Luft veranlassen können.

9) Uebrigens möchte ich nicht verbürgen, dafs nicht in der Natur durch die Temperaturverschiedenheit in der Luft, durch die Unebenheiten des Landes, und selbst durch die Verschiedenartigkeit der Luft, die Strahlen einen mehr oder weniger geschlängelten Gang annehmen, aus der Verticalfläche herausgebogen, und so gebrochen werden könnten, dafs das Verhältnifs zwischen den Sinussen der Eintritts- und Austrittswinkel sehr veränderlich sey.

II.

BEOBACHTUNGEN

über die

Brechung der Lichtſtrahlen, die nahe über der Erdfläche hinfahren,

von

REINHARD WOLTMANN,
Baudirektor im hamburg. Amte Ritzebüttel*).

Was Herr Abbé *Gruber* im Kleinen, beym Hinſtreichen der Lichtſtrahlen über erwärmte

*) Ausgezogen aus zwey intereſſanten Abhandlungen des H. Woltmann: einer noch ungedruckten, unter obigem Titel, wovon in den *Götting. gelehrten Anzeigen J.* 1796. *St.* 82 Nachricht gegeben wird; und aus *Woltmanns Bemerkungen über ein* (ſcheinbar) *katoptriſches Phänomen, welches an den Gegenſtänden nahe am Horizont nicht ſelten ſichtbar iſt*, gedruckt in den Neuen Abhandl. der kön. böhmiſchen Geſellſch. d. Wiſſ. B. 3. Prag 1798. S. 67—97. 4. Dieſe Bemerkungen waren dem H. *Abbé Gruber* in Prag vom H. *Woltmann* theilweiſe zugeſchickt worden, und machen auch die Subſtanz des der Göttinger Societät überſandten Aufſatzes aus. H. *Abbé Grubers Theorie des katoptriſchen Phänomens, von Senkung und Hebung der Objecte am Horizonte*, in den Neuen böhm. Abhandl. B. 3. S. 98—107, enthält Bemerkungen und Zuſätze zum Wolt-

Stein- und Erdflächen beobachtet hatte, ſuchte Herr *Woltmann* auch durch Erfahrungen im Groſſen an erwärmten Waſſer- und Erdflächen zu beſtätigen. Die Beobachtungen, die er zu dem Ende anſtellte, ſind die zuſammenhängendſten und ſchärfſten, die wir bis jetzt über die irdiſche Strahlenbrechung beſitzen, und ganz dazu geeignet, uns über dieſe ſchwierige Materie ins Klare zu bringen, wenn ſie mit Abänderungen und Erweiterungen an dazu ſchicklichen Orten wiederholt würden.

Herr Woltmann wohnt zu *Cuxhaven* im Hamburgſchen Amte Ritzebüttel, wo, wie wir ſchon aus dem Aufſatze des H. Prof. Büſch's (Ann. d. Ph. II. 297.) wiſſen, die *Kimmung*, oder wie Woltmann ſie nennt, die *Spieglung*, ein ſehr gewöhnliches Phänomen iſt. Er giebt von ihr folgende Beſchreibung und Merkmale, die wir nicht übergehn dürfen.

Beſchreibung des Phänomens.

1) Entlegne Gegenſtände, Häuſer, Bäume etc. nahe am Horizonte, ſcheinen bey dieſem Phänomene durch einen *hellen Luftſtreif* oder einen glänzenden leeren Raum von der Erdfläche getrennt zu ſeyn; man glaubt ſie in der Luft ſchwebend zu

mannſchen Aufſatze, woraus ich hier theils in Form von Anmerkungen, theils im nächſtfolgenden Aufſatze das Weſentliche beygefügt habe. *d. H.*

ehn, oder wenn das Auge anſehnlich erhaben iſt, in ſtilles *glänzendes Meer*, über der ganzen Landſchaft, worin die Gegenſtände ſtehn und ſich *ſpiegeln*, wahrzunehmen. Durch ein Fernrohr ieht man denn die entfernten Gegenſtände ſehr eutlich, gerade ſo mit einem umgekehrten Bilde arunter, wie ſie ſich in der Nähe darſtellen, wenn wiſchen ihnen und dem Auge ein ebner Waſſer-piegel iſt. Das verkehrte Bild und das Object nd an Farbe und Helligkeit gleich, und hängen nmittelbar zuſammen, ſo daſs man ſie mit bloſsen ıugen für *einen* Gegenſtand zu halten geneigt iſt. Dieſe Erſcheinung zeigt ſich auch an Schiffen, auf emlich unruhigem Waſſer, welches denn blau nd dunkel erſcheint, und ſich ſehr auffallend von em hellen Streifen unterſcheidet, in welchem ſich is Schiff ſpiegelt. Man ſieht ſie eben ſo gut nach nem Regen, als gleich vor demſelben, und ſelbſt n Regen verſchwindet ſie nicht eher, als bis die ndurchſichtigkeit der Luft die Ausſicht in die erne verhindert. Ueberhaupt iſt die Erſchei-ung (wenigſtens um Cuxhaven) weit häufiger, s man ſie mit bloſsen Augen gewahr wird, in-em an dunkeln Tagen der Luftſtreifen, welcher e Gegenſtände von der Erde zu trennen ſcheint, cht ſo als an hellen Tagen ins Auge fällt.

2) Der helle Luftſtreifen iſt vor Gegenſtänden ſto breiter, je entlegner ſie ſind, je weniger ſie mit-in über dem Horizonte hervorragen; dagegen de-o ſchmäler, je näher der Gegenſtand kömmt, oder

Stein - und Erdflächen beobachtet hatte, ſuchte Herr *Woltmann* auch durch Erfahrungen im Großen an erwärmten Waſſer - und Erdflächen zu beſtätigen. Die Beobachtungen, die er zu dem Ende anſtellte, ſind die zuſammenhängendſten und ſchärfſten, die wir bis jetzt über die irdiſche Strahlenbrechung beſitzen, und ganz dazu geeignet, uns über dieſe ſchwierige Materie ins Klare zu bringen, wenn ſie mit Abänderungen und Erweiterungen an dazu ſchicklichen Orten wiederholt würden.

Herr Woltmann wohnt zu *Cuxhaven* im hamburgſchen Amte Ritzebüttel, wo, wie wir ſchon aus dem Aufſatze des H. Prof. Büſch's (Ann. d. Ph. II. 297.) wiſſen, die *Kimmung*, oder wie Woltmann ſie nennt, die *Spieglung*, ein ſehr gewöhnliches Phänomen iſt. Er giebt von ihr folgende Beſchreibung und Merkmale, die wir nicht übergehn dürfen.

Beſchreibung des Phänomens.

1) Entlegne Gegenſtände, Häuſer, Bäume etc. nahe am Horizonte, ſcheinen bey dieſem Phänomene durch einen *hellen Luftſtreif* oder einen glänzenden leeren Raum von der Erdfläche getrennt zu ſeyn; man glaubt ſie in der Luft ſchwebend zu

mannſchen Aufſatze, woraus ich hier theils in Form von Anmerkungen, theils im nächſtfolgenden Aufſatze das Weſentliche beygefügt habe. *d. H.*

ſehn, oder wenn das Auge anſehnlich erhaben iſt, ein ſtilles *glänzendes Meer*, über der ganzen Landſchaft, worin die Gegenſtände ſtehn und ſich *ſpiegeln*, wahrzunehmen. Durch ein Fernrohr ſieht man denn die entfernten Gegenſtände ſehr deutlich, gerade ſo mit einem umgekehrten Bilde darunter, wie ſie ſich in der Nähe darſtellen, wenn zwiſchen ihnen und dem Auge ein ebner Waſſerſpiegel iſt. Das verkehrte Bild und das Object ſind an Farbe und Helligkeit gleich, und hängen unmittelbar zuſammen, ſo daſs man ſie mit bloſsen Augen für *einen* Gegenſtand zu halten geneigt iſt. Dieſe Erſcheinung zeigt ſich auch an Schiffen, auf ziemlich unruhigem Waſſer, welches denn blau und dunkel erſcheint, und ſich ſehr auffallend von dem hellen Streifen unterſcheidet, in welchem ſich das Schiff ſpiegelt. Man ſieht ſie eben ſo gut nach einem Regen, als gleich vor demſelben, und ſelbſt im Regen verſchwindet ſie nicht eher, als bis die Undurchſichtigkeit der Luft die Ausſicht in die Ferne verhindert. Ueberhaupt iſt die Erſcheinung (wenigſtens um Cuxhaven) weit häufiger, als man ſie mit bloſsen Augen gewahr wird, indem an dunkeln Tagen der Luftſtreifen, welcher die Gegenſtände von der Erde zu trennen ſcheint, nicht ſo als an hellen Tagen ins Auge fällt.

2) Der helle Luftſtreifen iſt vor Gegenſtänden deſto breiter, je entlegner ſie ſind, je weniger ſie mithin über dem Horizonte hervorragen; dagegen deſto ſchmäler, je näher der Gegenſtand kömmt, oder

Stein - und Erdflächen beobachtet hatte, ſuchte Herr *Woltmann* auch durch Erfahrungen im Groſſen an erwärmten Waſſer - und Erdflächen zu beſtätigen. Die Beobachtungen, die er zu dem Ende anſtellte, ſind die zuſammenhängendſten und ſchärfſten, die wir bis jetzt über die irdiſche Strahlenbrechung beſitzen, und ganz dazu geeignet, uns über dieſe ſchwierige Materie ins Klare zu bringen, wenn ſie mit Abänderungen und Erweiterungen an dazu ſchicklichen Orten wiederholt würden.

Herr Woltmann wohnt zu *Cuxhaven* im hamburgſchen Amte Ritzebüttel, wo, wie wir ſchon aus dem Aufſatze des H. Prof. Büſch's (Ann. d. Ph. II. 297.) wiſſen, die *Kimmung*, oder wie Woltmann ſie nennt, die *Spieglung*, ein ſehr gewöhnliches Phänomen iſt. Er giebt von ihr folgende Beſchreibung und Merkmale, die wir nicht übergehn dürfen.

Beſchreibung des Phänomens.

1) Entlegne Gegenſtände, Häuſer, Bäume etc. nahe am Horizonte, ſcheinen bey dieſem Phänomene durch einen *hellen Luftſtreif* oder einen glänzenden leeren Raum von der Erdfläche getrennt zu ſeyn; man glaubt ſie in der Luft ſchwebend zu

mannſchen Aufſatze, woraus ich hier theils in Form von Anmerkungen, theils im nächſtfolgenden Aufſatze das Weſentliche beygefügt habe. *d. H.*

ſehn, oder wenn das Auge anſehnlich erhaben iſt, ein ſtilles *glänzendes Meer*, über der ganzen Landſchaft, worin die Gegenſtände ſtehn und ſich *ſpiegeln*, wahrzunehmen. Durch ein Fernrohr ſieht man denn die entfernten Gegenſtände ſehr deutlich, gerade ſo mit einem umgekehrten Bilde darunter, wie ſie ſich in der Nähe darſtellen, wenn zwiſchen ihnen und dem Auge ein ebner Waſſerſpiegel iſt. Das verkehrte Bild und das Object ſind an Farbe und Helligkeit gleich, und hängen unmittelbar zuſammen, ſo daſs man ſie mit bloſsen Augen für *einen* Gegenſtand zu halten geneigt iſt. Dieſe Erſcheinung zeigt ſich auch an Schiffen, auf ziemlich unruhigem Waſſer, welches denn blau und dunkel erſcheint, und ſich ſehr auffallend von dem hellen Streifen unterſcheidet, in welchem ſich das Schiff ſpiegelt. Man ſieht ſie eben ſo gut nach einem Regen, als gleich vor demſelben, und ſelbſt im Regen verſchwindet ſie nicht eher, als bis die Undurchſichtigkeit der Luft die Ausſicht in die Ferne verhindert. Ueberhaupt iſt die Erſcheinung (wenigſtens um Cuxhaven) weit häufiger, als man ſie mit bloſsen Augen gewahr wird, indem an dunkeln Tagen der Luftſtreifen, welcher die Gegenſtände von der Erde zu trennen ſcheint, nicht ſo als an hellen Tagen ins Auge fällt.

2) Der helle Luftſtreifen iſt vor Gegenſtänden deſto breiter, je entlegner ſie ſind, je weniger ſie mithin über dem Horizonte hervorragen; dagegen deſto ſchmäler, je näher der Gegenſtand kömmt, oder

je höher sich das Auge erhebt. Grade so sieht man, je nachdem der Gegenstand näher liegt, oder weiter entfernt ist, nur den untern, oder auch den mittlern und höchsten Theil desselben sich abspiegeln. Thürme und Mühlen müssen mehrere Meilen weit entfernt, oder das Auge sehr niedrig seyn, wenn sie sich ganz abspiegeln sollen. Daraus folgt, dass nur die Strahlen, welche unter sehr kleinen Winkeln auf die spiegelnde Fläche fallen, durch die scheinbare Reflexion vom Objecte in das Auge kommen.

3) Rückt bey unveränderter Lage des Auges der Gegenstand näher, so nimmt zuerst der Luftstreif an Breite ab, bis er ganz verschwindet; dann fängt auch das verkehrte Bild an abzunehmen, und zwar verliert sich der untere Theil desselben, der dem obersten Theile des Gegenstandes entspricht, zuerst. Grade das ist der Fall, wenn bey unveränderter Lage des Objects das Auge sich mehr und mehr erhebt. Offenbar kann also der helle Luftstreifen selbst kein Gegenstand, wie z. B. glänzender Nebel seyn, sondern ist ein Bild eines sich spiegelnden hellen Objects, (nemlich eines nur wenige Minuten über den Horizont erhabnen Streifs der Atmosphäre. Er ist nicht Luft, sondern nur ein *Luftbild*, das der Luft selbst an Glanz und Ansehn vollkommen gleicht, und durch die Strahlen bewirkt wird, welche von der Luft, die wir dicht über dem Horizonte sehn, eben so

wie von den Gegenſtänden am Horizonte zurückgeworfen und ſcheinbar reflectirt wird.

4) Da der lichte Streif nichts anders als das Bild des Luftſtreifs dicht über dem Horizonte iſt, und die oberſten Punkte im Bilde zu unterſt ſcheinen; ſo muſs dieſer Streif etwas von der ſonſt ſichtbaren Erdfläche bedecken, und, da wir ihn für Luft halten, den ſcheinbaren Horizont vertiefen, mithin die Elevationswinkel erhöhen. Es ſey nemlich AB (Fig. 5. Taf. VI.) ein Theil der Erdfläche, CD ein ihr concentriſcher Bogen in der Atmoſphäre, E der Ort des Auges, und ED die Geſichtslinie, welche die Erdfläche in F berührt, mithin F die Gränze des Geſichtskreiſes und AF der ſichtbare Theil der Erdfläche. Ferner ſey G der höchſte Punkt im Bogen CD, von welchem Licht durch ſcheinbare Reflexion auf dem Wege GLE ins Auge E kömmt; ſo muſs der ſcheinbare Einfalls- und Reflexionspunkt L zwiſchen A und F liegen, da von Punkten über F hinaus nach B zu, kein Strahl in grader Linie nach E gelangen kann. Folglich muſs auch EL unter EF liegen, und das Auge erhält den Strahl GLE ſo, als käme er von einem unter D liegenden Punkte K der Atmoſphäre im verlängerten Strahle EL her. Grade ſo werden die Strahlen, die aus andern Punkten des Bogens GD kommen, zwiſchen L und F ſo zurückgeworfen, als kämen ſie von dem niedrigern Bogen der Atmoſphäre DK her. Von der ſonſt ſichtbaren Erdfläche AF wird nun der Theil LF

zum Spiegel; man ſieht ihn ſelbſt nicht, und hält ihn für Atmoſphäre, deren Licht er ins Auge ſendet. Dadurch wird der Geſichtskreis um den Theil LF kleiner, der Horizont um den Winkel DEK tiefer, und um eben ſo viel jeder Elevationswinkel MED vergröſsert.

Nennen wir der Kürze halber ED die Tangente des Horizonts, EG die Gränze der Reflexion, GED die gröſste Höhe derſelben, AL den reflectiven, und AF den natürlichen Geſichtskreis; ſo folgt hieraus, daſs alle *Gegenſtände*, die ſich abſpiegeln, auſserhalb des reflectiven Geſichtskreiſes liegen, und nicht über die Reflexionsgränze erhaben ſeyn, liegen ſie aber auch auſserhalb des natürlichen Geſichtskreiſes, über die Tangente des Horizonts hervorragen müſſen. Dieſes ſey mit dem Objecte $b\beta$ in Fig. 6. der Fall; ſo wird der Theil ab deſſelben, der über den natürlichen Horizont hervorſteht, ſich unterwärts verkehrt (wie $a\beta$) abſpiegeln, und einen hellen Streif $\beta\gamma$ (das Bild der Atmoſphäre zwiſchen der Spitze des Objects und der Reflexionsgränze) unter ſich haben.

Reichte das Object bis an die Reflexionsgränze hinauf, ſo würde kein heller Streif darunter ſichtbar ſeyn, und ein Object, das über die Reflexionsgränze erhaben iſt, wie in Fig. 7., ſpiegelt ſich ſelbſt nicht ganz ab, ſondern nur der untere Theil ab deſſelben im Bilde $a\beta$. So ſieht man hohe Kirchthürme ſich ſelten ganz abſpiegeln.

5) Wenn die Spieglung auf einer ebnen Fläche geſchähe, ſo müſsten die ſcheinbaren Gröſsen des Objects und Bildes einander ſehr nahe gleich oder $DED = DEK$ ſeyn. Denn ein ebner Spiegel ſtellt das Bild eines Gegenſtands in derſelben Gröſse und Entfernung vom Spiegel, den der Gegenſtand ſelbſt hat, dar; beide werden mithin einem Auge, welches nahe über dem Spiegel iſt, in beynahe gleicher Entfernung und Gröſse erſcheinen. Eben ſo müſste, wenn die Spieglung auf einer Kugelfläche, es ſey auf der Erdfläche oder einer damit concentriſchen Fläche, vorginge, die Gröſse des Bildes, der Gröſse des Gegenſtandes, ſo weit ſich dieſer abſpiegelt, katoptriſchen Gründen gemäſs, ohne merkbaren Unterſchied gleich ſeyn. — Bey unſerm Phänomen ſind dagegen die Bilder allemal *beträchtlich kleiner*, als ihre Objecte. An Häuſern und Bäumen, wo Objecte und Bilder gleichſam in eins zuſammenhängen, iſt dieſes nicht ſo deutlich als an Schiffen wahrzunehmen, wo man bey der Verſchiedenheit der Segel und ihrer Zwiſchenräume, Object und Bild deutlich unterſcheiden kann. Hiernach habe ich geſchätzt, daſs das Bild zuweilen weniger, zuweilen mehr, meiſtens aber die halbe Gröſse des Objects habe. Die 8te Figur ſtellt ein Beyſpiel dar, wie ich ein Schiff, ſo weit es über dem Horizonte hervorragte, mit dem verkehrten Bilde ſah *). Die Urſach, war-

*) Das ſcheint zwar den Bemerkungen des Abbé *Gruber* S. 394. (6) nicht gemäſs zu ſeyn, ſtimmt aber

um die reflectirten Bilder beynahe um die Hälfte kleiner als ihr Object erſcheinen, kann folglich nicht von der Geſtalt der ſpiegelnden Fläche abgeleitet werden. Vielmehr liegt ſie, wie wir gleich ſehen werden, darin, daſs hierbey keine wahre Spieglung, ſondern eine Strahlenbrechung vorgeht, welche die Strahlen des Bildes deſto mehr, je tiefer die Punkte liegen, von denen ſie herzukommen ſcheinen, erhebt.

6) Hier ein beſtimmtes *Beyſpiel eines Phänomens*, und eine ungefähre Schätzung der Entfernungen und Winkel, auf die es dabey ankömmt. Aus meiner Wohnung zu *Cuxhaven*, (welche auf dem kleinen Grundriſſe Taf. VII. Fig. 1. bey A vorgeſtellt iſt), ſehe ich über eine Krümmung der Elbe fort, ein Haus *B*, welches dicht am Ufer auf *Hochſand* ſteht, ſo daſs die Geſichtslinie *AB*, die nach einer genau aufgenommenen Karte 2,465 geogr. Meilen oder 9337 Toiſen, und mithin 9′,86 eines gröſsten Kreiſes beträgt, faſt ganz über eine Waſſerfläche hingeht. Das Auge iſt über die Höhe des vollen Meeres oder der höchſten Stromfläche 3 Toiſen erhaben, bey welcher Höhe ich die Weite des natürlichen Geſichtskreiſes auf

mit *Huddarts* Beobachtung A. d. Ph. II. 262. völlig überein. Huddart ſchätzt die Gröſse des umgekehrten Bildes auf $\frac{2}{3}$, zu andern Zeiten auf gleiche Gröſse mit dem Gegenſtande, und erklärt dieſe Verſchiedenheit S. 261. aus ſeiner Theorie.

400 Toiſen rechne. Der Firſt des Hauſes zu Lochſand iſt ungefähr $7\frac{1}{3}$ Toiſen über der Stromfläche erhaben. Von dieſen ſind nur 4 Toiſen ſichtbar; $3\frac{1}{3}$ Toiſen (und grade ſo viel beträgt die Höhe oder der Wahrt, worauf das Haus ſteht,) ſind unter der Tangente des Horizonts. Die Gränze zwiſchen dem Hauſe und deſſen Bilde kann man nicht deutlich unterſcheiden, aber der helle Luftſtreif (das Luftbild unter dem Bilde des Hauſes) unterſcheidet ſich von beiden deutlich. Die Breite deſſelben ſcheint mir, wenn das Phänomen vollkommen iſt, nach *Schätzung*, etwas über die Hälfte und nicht völlig $\frac{2}{3}$ des Hauſes und ſeines Bildes zu betragen, wie das in Fig. 2. Taf. VII. vorgeſtellt iſt, *).

*) Nimmt man daher (nach 5.) das verkehrte Bild für halb ſo lang an, als das Object, ſo ſind das Haus ab und deſſen Bild $\alpha\beta$ zuſammengenommen 6 Toiſen lang, mithin der helle Streif $\beta\gamma$, der obigen Schätzung gemäſs, etwa $3\frac{1}{2}$ Toiſen, und alſo das Object bc, deſſen Bild er iſt, ungefähr 7 Toiſen. Demnach wäre $tang\, GED. = \frac{bc}{aE} = \frac{1}{9337} = 0{,}001173$, alſo der Winkel $GED = 4' 2''$, als die gröſste Höhe der Reflexion, und daher die gröſste ſcheinbare Länge, zu der ein verkehrtes Bild kommen kann, alſo der Winkel $DE\gamma$, $2' 1''$. In ſo fern man AF als gerade Linie anſieht, iſt $tg\, EFA = \frac{3}{4430}$, alſo der Winkel $EFA = 2' 10''$. Die beiden Winkel FEL und EFL ſind in dieſem Fall beynahe gleich, mithin auch die Linie EL, LF; beide

7) So erſcheint das Haus bey voller Fluth. Bey *veränderter Meereshöhe* verändert ſich indeſs auch dieſes Phänomen auf eine bemerkenswerthe Art. Bey *abnehmendem Meere* wird das *Luftbild* unter dem Hauſe immer kleiner, dafür das Haus und deſſen Bild immer gröſser, ſo daſs bey völlig niedrigem Meere (wo die Meeresfläche ungefähr $1\frac{1}{2}$ Toiſen niedriger ſteht, und die Höhe, worauf das Haus ſteht, ſichtbar wird) der helle Streifen faſt ganz verſchwindet, und unter dem Firſt im verkehrten Bilde des Hauſes nur kaum noch eine helle Linie ſichtbar bleibt. Die Erniedrigung der Meeresfläche hat alſo dieſelbe Wir-

betragen folglich etwa die Hälfte von EF oder 2200 Toiſen, und der effective Geſichtskreis iſt etwa nur die Hälfte des natürlichen, welches indeſs bey andern Höhen des Auges anders iſt.

Zieht man durch L eine Tangente TLU, ſo ergiebt ſich der *gröſste Einfallswinkel* cLU, gleich dem *gröſsten Reflexionswinkel* TLE folgendermaſsen: Bey einer Entfernung AL von 2200 Toiſen, weicht die Tangente von der Erdfläche um $AT = \frac{1}{4}$ Toiſen ab. Alſo iſt $ET = 3 - \frac{1}{4}$, d. i. $= 2\frac{1}{4}$ Toiſen und an $tg\,ELT = \frac{2\frac{1}{4}}{2200}$, folglich der Winkel $ELT = 3'\ 30''$. Und dieſes wäre dann nach einer ungefähren Schätzung der gröſste Einfallswinkel, bey welchem das Licht noch ſcheinbar über der Erdfläche reflectirt wird. Zu genauern Beſtimmungen wären genauere Beobachtungen mit einem Mikrometer nöthig. *Woltm.*

ng, als die Erhöhung des Auges oder des Ob-
ts. Woraus folgt, dafs die Spiegelung nicht
einer Luftſchicht von beſtimmter Höhe und
chtigkeit, ſondern in einem Raume vorgeht,
mit der Waſſerfläche fällt und ſteigt, und un-
einerley Umſtänden, z. B. an demſelben Tage,
ierley Entfernung von derſelben behält. Denn
ſe Veränderung iſt von der Erſcheinung an dem-
ben Tage und unter gleichen Umſtänden zu
rſtehn. Zu verſchiednen Zeiten iſt das Phäno-
n ſehr verſchieden, und ich habe auch bey nie-
igem Meere das Haus mit ſeinem Bilde und eben
breiten Luftſtreifen, als zu andern Zeiten bey
llem Meere, geſehn. Alsdann iſt aber der Wart.
er die Höhe, worauf das Haus ſteht, nicht
htbar, der ſonſt bey niedrigem Waſſer immer
htbar iſt. Dieſer Fall tritt zwar ſelten ein, doch
ſs dann der Luftraum 1 bis 1½ Toiſen hoch
er dem Waſſer, wenn die Geſichtslinie weit dar-
fortgeht, *undurchſichtig ſeyn* *). Aus ähnli-
en Beyſpielen an Schiffen und Schiffstonnen
ließe ich, dafs die Undurchſichtigkeit meiſtens
r ein paar Fuſs über dem Waſſer reicht; alles,
s höher iſt, iſt ſichtbar, zittert aber ſehr leb-
ft, und wenn es weit genug entlegen iſt, ſpie-
lt es ſich.

8) Mehrentheils geſellt ſich zu unſerm Phä-
mene noch die ſonderbare Erſcheinung, dafs

*) Warum, erklärt ſich aus der Bemerkung Ann.
d. Ph. III. 266. d. H.

alle Objecte eine *zitternde Bewegung* annehmen. Dieſe *Zitterung* iſt zuweilen, beſonders an hellen und warmen Tagen, wenn die Oberflächen der Körper ſehr erhitzt ſind, ſo lebhaft, zumal an den Rändern der Objecte, z. B. am Firſt und an den Ecken der Häuſer, und auf dem Gipfel der Deiche und Berge, daſs dieſe Gegenſtände gleichſam in einer wellenförmigen Bewegung zu ſeyn ſcheinen. Vermuthlich wird dieſe Zitterung durch unregelmäſsige Brechung oder Ablenkung der Strahlen, die von den erwärmten Objecten, oder nahe an ihren Rändern vorbey zu unſerm Auge kommen, bewirkt. Ein Kohlenbecken, über das man wegſieht, macht die Gegenſtände auf eine ähnliche Art zittern, und zwar deſto mehr, je entfernter die Gegenſtände ſind. An den erwärmten Objecten entwickeln ſich vielleicht Dämpfe oder Dünſte, welche bey gleichem Wärmegrad die Luft noch mehr ausdehnen, und bey ihrem wellenförmigen Aufſteigen oder Hin- und Herſchweben die unregelmäſsige Strahlenbrechung veranlaſſen. Eine durch Wind hervorgebrachte Bewegung würde nicht ſo gleichförmig, und allenthalben bebend ſeyn *).

Eben dieſe Dünſte in aufgelöſtem, durchſichtigem Zuſtande *vergröſsern zuweilen die horizontale Refraction* ſo, daſs die Meeresfläche, die entlegnen Ufer, Küſten und Sandbänke, eine ganz ungewöhnliche Geſtalt annehmen. Die Meeresfläche

*) Vergl. Ann. d. Ph. III. 389. auch Woltm. Erklärung weiter unten. d. H.

ne wird concav gekrümmt *), die nähern iffe erniedrigen ſich, oder vielmehr, der ent-e Horizont ſcheint über ihnen faſt hervor, rnte niedrige Ufer erſcheinen wie hohe Kü-, und hohe 7 bis 8 Meilen entlegne Küſten, weit unterm Horizont ſind, treten wie Ge-k über demſelben hervor, ſo wie ganze Land-ſten, die man ſonſt wegen der vorliegenden hügel nicht ſehn kann, über dieſelben hervor-inen. *Die Fälle einer ſo ſtarken Refraction*, welche nicht ſelten ein Gewitter, oder ſtatt en viel Regen oder ſtürmiſche Witterung er-t, (worin bey uns die Gewitter ſich auflöſen,) *jedoch nicht ſo häufig, als das Phänomen der egelung* **).

* * *

Nimmt man alles dieſes zuſammen, ſo läſst leicht abſehn, daſs die hier beſchriebne Spiege-

*) *Dalby's* Beobachtung, Ann. d. Ph. III. 276. Anm. unter einer andern Form. Vergl. Ann. d. Ph. III. 390. *d. H.*

**) Dieſes iſt, wie man ſieht, das Phänomen, welches *Ellicot* im vorigen Stück der Annalen beſchrieben hat, und worüber man im nächſten Hefte einige intereſſante Beobachtungen *Vince's* und *Lathams* finden wird. Wir werden weiter unten ſehn, wie H. Woltmann es mehrentheils mit einer der bisher beſchriebnen entgegengeſetzten Spieglung oberwärts verbunden fand; und das war auch mit *Ellicot* und *Vince*, nicht aber mit *Latham* der Fall. *d. H.*

lung nur ſcheinbar ein katoptriſches Phä
iſt, und daſs es in der That auf keiner Zurü
fung der Strahlen nach den Geſetzen der
trik, ſondern lediglich *auf einer Brechung*
ben beruht. Weder die Erde, noch das vo
de bewegte Waſſer können als Spiegel d
auch iſt die Spiegelung viel zu ungleich, a
ſie ſich aus einer feſten unveränderlichen S
fläche erklären lieſse. Eben ſo wenig wir
Luftſchicht die Strahlen gleich einem Spieg
rück. Dieſe gehn vielmehr durch die Luft
ten durch, und werden von ihnen nur gebro
und dabey läſst ſich denn recht wohl eine
derlichkeit im Brechungsverhältniſs denken,
che allein ſchon der groſsen Veränderlichke
Phänomens zur Erklärung dienen möchte.
iſt das Phänomen von der Höhe oder Niedri
der Meeresfläche abhängig, bleibt alſo nich
verändert in einerley Höhe und Luftſchicht,
das wohl bey einer katoptriſchen Spieglung
Fall ſeyn müſste. Um nun zu unterſuchen,
die Spiegelung von der Strahlenbrechung a
ge, habe ich folgende Reihe von Beobachtu
unternommen.

Beobachtungen und dazu eingerichteter Apparat.

Aus dem Grundriſs Taf. VII. Fig. 1. i
ſieht man ungefähr, wie ſich die Geſichtslinie
meinem Hauſe in Cuxhaven nach dem Hauſ
Hochſand queer über unſern Hafen *H* erſtr

Dieſer iſt zu beiden Seiten mit Deichen eingefaſst, auf die ich den 15ten December 1794. grade in jener Geſichtslinie zwey Pfähle einſchlagen liefs; den weſtlichen vor meiner Thüre, und den öſtlichen jenſeit des Hafens, ſo dafs ſie zur Bequemlichkeit der Beobachtung beyläufig $3\frac{1}{2}$ Fufs über den Deich hervorſtanden, und dafs die Köpfe beider Pfähle mit dem Firſt des Hauſes auf Hochſand in einer graden Linie zu liegen ſchienen, wie es die 3te Figur darſtellt. Ich legte nemlich die Achſe eines dreyfüſsigen achromatiſchen Fernrohrs, mit welchem alle folgende Beobachtungen angeſtellt wurden, mit dem Kopf des weſtlichen Pfahls in gleicher Höhe, und liefs den öſtlichen Pfahl ſo weit hineintreiben, dafs der Kopf deſſelben mit dem Firſt des Hauſes in grader Linie war. Das Haus ſpiegelte ſich, als dieſes geſchah, nach unten.

Darauf wurde täglich dreymal, Morgens, Mittags und Abends, beobachtet, und jedesmal auf einem am weſtlichen Pfahle vertical angebrachten Maafsſtabe nachgeſehn, um wie viel Zoll das Fernrohr über die Kopffläche dieſes Pfahls erhöht oder erniedrigt werden muſste, damit der Firſt des Hauſes auf Hochſand und die Kopffläche des öſtlichen Pfahls, beide in der Axe des Fernrohrs ſich deckend erſchienen. Muſste das Fernrohr erhöht werden, ſo fand *Depreſſion*; muſste es erniedrigt werden, *Erhebung* des Hauſes auf Hochſand ſtatt. Jene fand nur einigemal ſtatt, und wurde dann im

Journal mit — bezeichnet. Dieſe war viel häufiger; oft ragte ein Theil des Hauſes, zuweilen das ganze Haus über dem Kopf des öſtlichen Pfahls hervor, und man erniedrigte denn das Fernrohr bey dem weſtlichen Pfahl um ſo viel Zoll, als nöthig war, um den Firſt des Hauſes mit dem öſtlichen Pfahle zu gleicher Höhe zu bringen. Die Erſcheinung des Firſts, wie ſie am 15ten December zu Mittage war, gab o *).

An welchen Tagen überhaupt *Spiegelung* geweſen iſt, oder nicht, beobachtete und notirte ich ſchon ſeit dem erſten September 1794. Aus dieſen Notaten ergiebt ſich, daſs das Phänomen ſtatt hatte

im September an 19 Tagen
— October an 16 Tagen
— November an 8 Tagen
— December an 11 Tagen
— Januar 1795 an 10 Tagen.

Unter den übrigen Tagen ſind jedoch manche mit zweifelhafter Spieglung, wenn Nebel, Dünſte, Regen oder Schnee den ganzen Tag hindurch die entlegnen Gegenſtände umhüllten. Wenn dieſes der Fall war, wurde es im Journale bemerkt; doch zu-

*) Wir werden bald ſehn, daſs dieſer Mittelpunkt nicht mit der natürlichen Gränze zwiſchen Erhebung und Depreſſion übereinſtimmte, ſondern etwas zu hoch lag, und ſchon eine Depreſſion zeigte. *d. H.*

weilen, wenn das Haus auf Hochfand, wegen
er gröfsern Entfernung und vielen Dünften nicht
u erkennen war, nahm man an Gegenftänden im
ande Hadlen eine deutliche Spieglung wahr.

Der helle *Lichtftreif* unter den Bildern war
n Januar felten recht merklich; dagegen fah man
in vom 15ten bis 21ften December täglich ganz
ark, und er zitterte am untern Rande, wie es
itten im Sommer zu gefchehn pflegt, nemlich in
ıfcheinend fortlaufenden Wellen. Diefes *Zittern*
ym Froftwetter fiel mir fehr auf; und ich halte
itdem dafür, dafs diefe *Wellen* keine Dämpfe
ıd, wie ich zuvor glaubte, fondern nichts an-
ers als plötzlich abwechfelnde Aenderungen in
r Reflexionsgränze. Denn da fie fich in dem
ıtern Theil des hellen Streifs oder Luftbil-
s finden, fo gehören fie zum obern Theil des
h fpiegelnden Theils der Atmofphäre, und es
wahrfcheinlich, dafs es keine fo beftimmte
ränze diefes Theils giebt. Damit möchte ich
loch nicht behaupten, dafs es mit der Zitterung
er übrigen Objecte, die man zuweilen im Som-
er fieht, auf eben diefe Weife zugehe.

Unter *heiterer Luft* hat man Sonnenfchein
ne Gewölk zu verftehn; doch waren dann meift
viel Dünfte nahe am Horizonte, dafs die Luft
gröfsern Entfernungen undurchfichtig war, in-
s man bey bedeckter Luft die entlegnen Gegen-
ıde nicht felten viel beffer fah. Seit dem 14ten

Januar waren die Erde und die Eisfläche des Stroms mit etwas Schnee bedeckt, und seitdem zeigte sich wenig, zuweilen gar nichts, von dem hellen Lichtstreif unter den Bildern, obgleich die verkehrten Bilder der dunkeln Objecte an ihrer Gestalt deutlich zu erkennen waren, und daher als Spiegelung in dem Journal notirt sind.

Folgende Tafel enthält die Beobachtungen über die Spieglung und Hebung entlegner Gegenstände, mit der gleichzeitigen Witterung während des Decembers 1794. und Januars 1795., um die *Mittagszeit* beobachtet.

paro-meter. ngl. Zoll.	Thermo-meter. Fahr. Grad.	Wind Geschwin-digkeit.	Wind Richtung.	Witte-rung.	Spiege-lung.	Hebung des Hauses auf Hochsand. Zoll.
0,32	25	8	SSO	bedeckt	Spiegl.	0
0,48	24	8	SSO	gewölkt	Spiegl.	0
0,50	27	17	S	heiter	Spiegl.	0
0,33	27	16	SSO	heiter	Spiegl.	0
0,25	28	15	SSO	heiter	Spiegl.	0
0,34	25	29	OSO	heiter	Spiegl.	0
0,34	32	32	O	bedeckt	Spiegl.	0
0,23	25	38	OSO	bedeckt	zwei-felh.	Dünste; unsichtbar.
0,20	23	42	OSO	heiter	Spiegl.	0
0,13	21	41	O	heiter	etwas	Dünste; unsichtbar.
0,68	20	39	O	Schnee	zwei-felh.	Schneegest. unsichtbar.
0,60	30	19	O	bedeckt	keine	+ 2 1/4
0,93	34	31	ONO	bedeckt	keine	+ 4 1/2
0,21	32			bedeckt	keine	+ 3
0,03	37	26	NW	Neb. Reg.	keine	+ 4 1/4
0,96	33	18	NW	gewölkt	keine	+ 5 1/8 *)
0,03	21	0	O	heiter	keine	+ 6 *)
0,20	20			Nebel, Reif	zwei-felh.	Nebel un-sichtbar.
0,24	23	22	SW	bedeckt	Spiegl.	Dünste uns.
0,92	27	16	WSW	bedeckt	zweif.	Dünste uns.

*) Das ganze Haus war über dem östlichen Pfahl er-haben.

1795 Jan.	Baro-meter. engl Zoll	Ther-mo-meter. Fahr. Grade	Wind Geſchwin-digkeit.	Richtung.	Witte-rung	Spiege lung.	Hebung Hauſes Hochſa Zoll
4	30,47	27	21	SW	gewölk.	Spiegl.	—
5	30,05	35	42	WSW	N. Reg	zweif.	unfichtl
6	30,09	39	36	WNW	N. Reg.	zweif.	unfichtl
7	30,37	37	7	W	heiter	keine	+ 14½
8	30,15	32	16	W	Nebel		unfichtl
9	29,90	34	24	NNW	etw.bed	keine	+4½
10	30,23	32	21	NNW	Reg. gewölkt	keine	+4½
11	30,14	33	28	NNW	gewölkt	keine	+4
12	30,23	29	15	NNO	gewölkt	keine	+3½
13	30,46	27	9	NNO	gewölkt	Spiegl.	o
14	30,36	27	24	ONO	Schnee geſtöb.	Spiegl.	o
15	30,54	15	22	ONO	gewölkt	Spiegl.	undeutl
16	30,13	23	48	O	bedeckt	zweif.	Schnee
17	29,99	25	21	OSO	bedeckt	zweif.	+ 1
18	29,82	26	17	O	gewölkt	zweif.	Dünſte
19	29,91	21	24	O	bedeckt	zweif.	unſicht
20	30,01	17	27	O	gewölkt	Spiegl.	—4
21	30,14	13	26	O	heiter	Spiegl.	Dünſte
22	30,07	8	19	OSO	heiter	Spiegl.	unſicht
23	29,82	12	20	O	gewölkt	Spiegl.	unſicht
24	29,96	20	6	N	bedeckt	Spiegl.	— ½
25	30,14	20	21	WSW	bedeckt	zweif.	unfich
26	30,12	22	26	SSO	gewölkt	Spiegl.	— 1
27	29,36	39			Neb. Reg.	zweif.	unfich
28	29,34	33	24	NO	Schn.N.	zweif.	Sch. N
29	29,92	27	28	N	heiter	Spiegl	o
30	30,09	31	18	NNW	heiter	keine	+3
31	30,03	30			Schnee	zweif.	Schne

*) Das ganze Haus ragt über den öſtlichen Pfahl h

Aus dieſer Tabelle erhellt beym erſten Anblick, daſs bey *verſtärkter Refraction* oder *Hebung* des Hauſes *niemals Spiegelung geweſen iſt*, und daſs umgekehrt bey der Spiegelung das Haus ſtets weniger erhaben war, folglich dabey eine *relative Depreſſion* der Objecte ſtatt hat. Ob aber bey der Spieglung eine *abſolute Depreſſion*, oder vielleicht noch Erhebung, oder keines von beiden ſtatt finde, d. h., ob die Strahlen, durch welche die Kopffläche beider Pfähle und der Firſt des Hauſes in grader Linie geſehn werden, nach oben oder nach unten zu convex oder grade Linien ſind, das kann nur durch Rechnung ausgemacht werden, zu der wir aber genauerer Maaſse, als der vorhin angegebenen, bedürfen.

Nach der Meſſung des Herrn Gränzinſpectors *Reinke* in Hamburg, der die oben erwähnte Karte aufgenommen hat, beträgt die Entfernung des Hauſes auf Hochſand vom Ritzebütteler Schloſs genau 64240 hamb. Fuſs; das Perpendikel von dem Hauſe auf den Meridian des Schloſſes gezogen, 63972 hamb. Fuſs; und das dadurch abgeſchnittene Stück des Meridians 5867 hamb. Fuſs. Aus dieſen Datis ergiebt ſich mit Hülfe ſpecieller Riſſe die Entfernung des weſtlichen Pfahls vom Hochſander Hauſe auf 63716 hamb. Fuſs. Beide Pfähle ſtehen nach genauer Meſſung 1072 hamb. Fuſs weit von einander ab. Die Höhe des Hauſes, von einem dahin geſchickten Manne gemeſſen, beträgt $39\frac{1}{4}$ hamb. Fuſs, und die Höhe des Hügels,

worauf es ſteht, über der Meeresfläche, 21 Fuſs. Dieſe letztere Höhe iſt bis auf $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Fuſs ungewiſs, daher man die Höhe des Firſtes über der Meeresfläche auf 61 hamb. Fuſs rechnen kann. Der weſtliche Pfahl ragt $15' 10\frac{1}{2}''$, der öſtliche $15' 1''$ über der Meeresfläche hervor. Der Durchmeſſer der Erde zu 6538594 Toiſen gerechnet, beträgt 44483033 hamb. Fuſs, wofür ich 44483000 Fuſs ſetzen werde.

Denkt man ſich nun durch den Kopf B des weſtlichen Pfahls AB (Fig. 4.) die ſcheinbare Horizontallinie $B\beta$ (oder durch deſſen Fuſs $A\alpha$) und zugleich die wahre, d. h. einen mit der Meeresfläche concentriſchen Kreisbogen AD; ſo läſst ſich fragen:

1) Wie viel ſenkt ſich auf 1072 Fuſs und auf 63716 Fuſs Entfernung die wahre Horizontallinie AD unter die ſcheinbare $A\alpha$? — Nach der bekannten Formel um $\frac{107^2}{44481000}$ und um $\frac{63716^2}{44481000}$, d. i. im erſten Fall um 0,3096, im letztern um 91,265 hamb. Fuſs, oder in jenem um $\frac{3}{10}$ Zoll, in dieſem um $91\frac{1}{4}$ Fuſs.

2) Wie viel ſenkt ſich die grade Linie durch die Köpfe beider Pfähle auf die angegebenen Entfernungen? — Der Unterſchied der Höhe der beiden Pfähle über der Meeresfläche beträgt $9\frac{1}{2}$ Zoll. Dazu $\frac{3}{10}$ Zoll, um welche ſich die ſcheinbare Horizontallinie über die wahre auf 1072 Fuſs erhebt; giebt $9\frac{7}{8}$ Zoll, als ſo viel ſich die grade Linie

urch die Köpfe beider Pfähle unter dem ſcheinba-
en Horizonte ſenkt*). Dieſe Senkung iſt der Ent-
ernung proportional, beträgt folglich für 63716
ufs, $\frac{63716 \cdot 9\frac{4}{7}}{1072,12} = 48\frac{3}{7}$ Fuſs.

Da nun die ſcheinbare Horizontallinie über
ie wahre am Hauſe auf Hochſand um $91\frac{1}{4}$ Fuſs,
ie grade Linie durch die Kopfflächen beider Pfäh-
, dort aber um $48\frac{3}{7}$ Fuſs unter der ſcheinbaren
orizontallinie wegging; ſo muſste der Firſt des
auſes auf Hochſand um 42,66 Fuſs über der wah-
n Horizontallinie durch den Kopf des weſtli-
en Pfahls erhaben ſeyn, wenn die Köpfe beider
fähle und der Firſt in grader Linie gelegen hät-
n. Der Firſt des Hauſes lag aber 61, und der
opf des weſtlichen Pfahls, durch den die wahre
orizontallinie geht, 15′ 1″ über der Meeresflä-
e. Alſo iſt der Firſt über die wahre Horizon-
llinie beyläufig 45′ erhaben, mithin ungefähr 2
ufs höher, als es die grade Linie erfordert. Sind
eſe 2 Fuſs nicht kleinen Irrungen im Meſſen und

*) Das giebt eine Senkung der Nulllinie unter der ſcheinbaren Horizontallinie von 2′ $36\frac{4}{7}$″. Will man daher die ſcheinbare Horizontallinie zum Mittel der Depreſſionen und Hebungen machen; ſo müſste die vorige und die folgende Tafel des Herrn Woltmanns dahin reducirt werden, daſs man jede Depreſſion um 2′ $36\frac{4}{7}$″ vermehrte, jede Hebung um eben ſo viel verminderte, da denn der Depreſſionen weit mehrere werden würden, als die Tafel zeigt. *Grub.*

Rechnen zuzuſchreiben, ſo hätte, als die Pfähle eingeſchlagen wurden, allerdings eine abſolute *Depreſſion* bey der Spiegelung ſtatt gehabt, die doch meiſtens ſehr gering, und nur am 20ſten Jan., als man den Tubus 4 Zoll über den weſtlichen Pfahl erhöhen muſste, beträchtlich war. Denn an dieſem Tage betrug die Neigung der Obſervationslinie unter dem ſcheinbaren Horizonte $9\frac{4}{7} + 4$ d. i. $13\frac{4}{7}$ Zoll auf eine Weite von 1072 Fuſs, welches auf die ganze Länge bis zum Hauſe auf Hochſand etwa 19 Fuſs mehr Erniedrigung, und eben ſo viel mehr Depreſſion des Hauſes giebt.

Das Haus auf Hochſand ſtand vom öſtlichen Pfahle um 63716 — 1072, d. i. um 62644 hamb. Fuſs ab. Geſetzt alſo, der Tubus werde am weſtlichen Pfahl um 1 Zoll erhöht oder erniedrigt; ſo beträgt das am Hauſe auf Hochſand $\frac{62644}{1072.12}$ = 4,8 hamb. Fuſs. Hieraus läſst ſich ſogleich für jeden Fall die Gröſse der Erhebung oder der Depreſſion überſehn, und daſs ſo z. B. am 7ten Januar, als der Tubus $14\frac{1}{2}$ Zoll erniedrigt werden muſste, dieſe ſtärkſte Erhebung des Hauſes 69, Fuſs, folglich mehr als noch einmal ſo viel, als die wirkliche Höhe des Hauſes über der Meeresfläche, betrug.

Zu 1 Zoll oder $\frac{1}{12}$ Fuſs Erhebung oder Depreſſion, wie ſie der Tubus am weſtlichen Pfahle zeigte, gehört ein Winkel, deſſen Tangente

$\frac{12}{72}$ = 0,0000777 ist, mithin ein Winkel von 16
:unden. Die *stärkste Hebung* in der Tafel ge-
rt also sehr nahe zu einem Winkel von 3′ 52″.
mmt man den Weg des Lichtstrahls für einen
eisbogen, so ist die Amplitudo desselben das
ppelte dieses Winkels, also 7′ 44″. Die Mee-
fläche ist auf einer Länge von 62644 hamb.
s in einen Kreisbogen von 9′ 40″ gekrümmt.
lglich verhält sich der Krümmungshalbmesser
r Bahn des Lichtstrahls, zum Erdhalbmesser, nahe
e $9\frac{2}{3}$: $7\frac{3}{4}$, da bey gleicher Länge der Bogen, die
ümmungshalbmesser verkehrt proportional sind.
is dieser so starken Krümmung der Lichtstrah-
wird es begreiflich, *wie entfernte Gegenstän-*
, die von nähern bedeckt, oder unter dem
rizont befindlich und nach graden Linien nicht
ıtbar *sind, dennoch durch eine solche Hebung,*
nach den Quadraten der Entfernungen zu-
nmt, *sichtbar werden können.* Die stärkste
ter den beobachteten Hebungen betrug $14\frac{1}{2}$,
größte Senkung 4 Zoll, folglich machen sie
ien Winkel von 296 Secunden oder beynahe
Minuten. Auch die *astronomische Horizontal-*
fraction würde daher wenigstens um eben so
l, d. i. etwa um $\frac{1}{6}$ ihrer ganzen Größe verän-
rlich und ungewiss seyn *).

*) Bey den gleich folgenden fortgesetzten Beob-
achtungen fand sich eine Hebung von 33, und
eine Senkung von $5\frac{1}{2}$ Zoll, mithin eine Hebung

Wie nahe endlich die grade Linie $B\,G$ (Fig. 4.) durch den Firſt des Hauſes G und durch den Kopf des weſtlichen Pfahls B an der Meeresfläche $A\,D\,F$ hinſtreicht, giebt folgende Rechnung: Sie ſenkt ſich auf 1072 Fuſs um $9\frac{4}{7}$ Zoll, mithin um $2'\ 36\frac{4}{7}''$ unter den ſcheinbaren Horizont $B\beta$ oder $A\alpha$; ſo groſs muſs alſo auch der Erdbogen $A\,D$ zwiſchen dem weſtlichen Pfahle und dem Puncte D ſeyn, wo eine Parallellinie mit ihr, $M\,D\,N$, welche die Meeresfläche berührt, dieſe trifft. Dieſer Berührungspunct D ſteht mithin vom Hauſe um $9'\ 50\frac{4}{7}'' - 2'\ 36\frac{4}{7}''$ d. i. um $7'\ 14''$ ab, oder vom weſtlichen Pfahle um $157''$, vom Hauſe um $434''$. Sehr nahe wie dieſe Bogen $A\,D$, $D\,F$ verhalten ſich die beiden Stücke der berührenden Linien $M\,D$, $D\,N$, und die Stücke $M\,A$, $N\,F$ ſehr nahe wie $MD^2 : DN^2$. Nun betrage der Abſtand der beiden Parallellinien von einander x Fuſs, ſo ſind AB, NG ſehr nahe gleich x, und dieſes von der Höhe des Pfahls und des Hauſes abgezogen, $AM = 15'\ 10\frac{1}{2}'' - x$ und $NF = 61' - x$. Folglich verhält ſich $15\frac{1}{6} - x : 61 - x = 157^2 : 434^2$, woraus ſich x nahe $= 9$ Fuſs ergiebt; und ſo

von $528''$ oder $8'\ 48''$ und eine Senkung von $88''$, alſo eine Verſchiedenheit von $10'\ 6'$, welche eine noch einmal ſo groſse Veränderlichkeit der Horizontalrefraction, als die angegebne, beweiſt. Eben ſo werden aus der unglaublichen Hebung von $8'\ 48''$ die ſonderbaren Beobachtungen Ellicots, Lathams, und Vince's völlig begreiflich, wie entfernte ſonſt unſichtbare Klippen hoch aus dem Meere anſteigen konnten. *d. H.*

eit bleibt die grade Linie zwiſchen dem Firſt des auſes und dem weſtlichen Pfahle von der Meesfläche entfernt.

* * *

Die Beobachtungen, welche in der vorigen abelle mitgetheilt ſind, hat Herr Woltmann tdem noch 9 Monate lang, bis zu Ende Octors 1795, ununterbrochen fortgeſetzt, und folgens ſind die intereſſanten Reſultate dieſer zuſamenhängenden Reihe von Beobachtungen, welche zuſammenhängendſten und ſchärfſten ſind, die r bis jetzt über die Strahlenbrechung irdiſcher egenſtände beſitzen.

1795 im	1) Anzahl der Spiegelungen Morgens	Mittags	Abends
Februar	5	6	4
März	6	6	4
April	8	3	1
May	19	18	18
Juni	20	11	12
Juli	25	19	16
Auguſt	27	14	13
September	28	17	14
October	13	8	8

Man ſieht aus dieſer Tafel, wie oft ſich das us auf Hochſand, oder, wenn dieſes nicht ntlich zu ſehn war, andre Gegenſtände im Lan-Khedingen, *ſichtlich unterwärts geſpiegelt* ha; z. B. im Februar fünfmal des Morgens, ſechsl des Mittags, viermal des Abends; zu allen rigen Zeiten fand dieſes Phänomen entweder ht ſtatt, oder die Gegenſtände waren wegen ber Luft unſichtbar.

2) Des Hauſes auf Hochſand

1795 im	Anzahl d. Beobachtungen	mittlere Hebungod. Depreſſ. Zoll	gröſſte Depreſſion Zoll	gröſſte Hebung Zoll
Februar				
Morg.	14	1,8	— 2¼. V.	18
Mitt.	15	2,31	d. 28ſten	d. 16ten
Ab.	13	2,6	Morg.	Nachm.
März				
Morg.	15	1,88	— 2½. V.	27*
Mitt.	21	4,43	d. 15ten	d. 25 ſten
Ab.	17	6,54	Morg.	Nachm.
April				
Morg.	26	1,51	— 3. V.	26
Mitt.	25	7,11	d. 14ten	d. 22ſten
Ab.	21	8,99	Morg.	Mitt.
May				
Morg.	16	1,3	— 5½. V.	32*
Mitt.	18	3,21	d. 9ten	d. 18ten
Ab.	14	2,00	Morg.	Mitt.
Juni				
Morg.	19	1,01	— 4⅛. V.	33
Mitt.	24	5,87	d. 21ſten	d. 4t. Mitt.
Ab.	25	5,74	Mitt.	22. A. d. 8ten Nachm.
Juli				
Morg.	21	— 0,33	— 4. V.	20
Mitt.	18	0,78	d. 16ten	d. 21ſten
Ab.	24	1,44	Morg.	Nachm.
Auguſt				
Morg.	21	— 0,08	— 3½. V.	16. A.
Mitt.	24	0,8	d. 12ten	d. 27ſten
Ab.	26	1,97	Mitt.	Nachm.
September				
Morg.	20	— 0,56	— 3. V.	26½
Mitt.	25	3,28	d. 20ſten	d. 8ten
Ab.	24	4,42	Morg.	Nachm.
October				
Morg.	18	0,05	— 4½. V.	18½ A.
Mitt.	23	2,45	d. 24ſten	d. 1ſten
Ab.	17	4,41	Morg.	Nachm.

In

In dieſem zweyten Theil der Tabelle findet
an zuerſt die *Anzahl der Beobachtungen*, aus
elchen die mittlern Hebungen oder Depreſſionen
es Hauſes auf Hochſand in jedem Monat berech-
et ſind. Zu allen übrigen Zeiten war das Haus
ar nicht, oder doch nicht deutlich genug zu ſehn,
als man die Hebung deſſelben hätte beſtimmen
önnen.

Die *Hebungen* und *Depreſſionen* des Hauſes
nd durch die Menge von Zollen beſtimmt, um
elche das Fernrohr am weſtlichen Pfahle über
en Stand, den es am 15ten December 1794 hatte
. 411), erniedrigt oder erhöht werden muſste,
n den Firſt des Hauſes mit der Kopffläche des
tlichen Pfahls in gleicher Höhe zu ſehn. Die
epreſſionen haben das — Zeichen. Um das
ittel zu finden, wurden alle Erhebungen oder
Zahlen, und alle Depreſſionen oder — Zahlen,
le für ſich addirt, die kleinere Summe von der
öſsern abgezogen, und der Reſt durch die Zahl
er Beobachtungen dividirt. Die gröſsten po-
iven und negativen Zahlen des Journals in je-
m Monat, gaben die *gröſste Erhebung* und
e *gröſste Depreſſion*. So erhält man in die-
Tabelle eine intereſſante Ueberſicht von der
öſse der irdiſchen Refraction und ihrer Aen-
rung. Doch beziehn ſich alle dieſe Erheban-
n und Depreſſionen auf eine Nullinie, die ſchon
$56\frac{1}{3}''$ Depreſſion unter der ſcheinbaren Hori-

zontallinie hat, und wären wohl billig auf diese als die wahre Nulllinie zu reduciren. (S. S. 41 Anm.)

Ein paarmal (am 25ſten März und am 22ſten April) war der Elbhorizont über den Firſt des Hauſes auf Hochſand erhaben; dieſes wenigſtens nicht ſichtbar. Die mit * bezeichneten Zahlen bedeuten die *Erhebung des Waſſerhorizonts*, nicht die des Hauſes. — Ferner habe ich dreymal (den 8ten Iuli, 27ſten Auguſt und 1ſten October) Nachmittags, die entlegnen Gegenſtände, nämlich die jenſeitige Küſte der Elbe im Holſteiniſchen mit ihren Häuſern, Kirchen u. ſ. w., das Haus auf Hochſand, das Land Kehdingen und zum Theil das Land Hadeln, bey ſtarker Hebung *aufwärts in der Luft ſich deutlich ſpiegeln* ſehn. Die gleichzeitige Hebung des Hauſes bey dieſem Phänomen iſt mit Λ bezeichnet. Das umgekehrte Zeichen V bedeutet *Spieglung unterwärts*.

Reſultate.

1.

Nach den Beobachtungen, die vom Anfang Februar bis Ende October angeſtellt wurden, betrug die

	Morg.	Mitt.	Ab.
mittlere Refraction	11″,9	52″,5	67″,8
kleinſte Refraction	— 52″	— 41″,3	— 32″,4
gröſste Refraction	99″,1	328″	330″,2

Im Durchſchnitt genommen betragen folglich
e *Senkungen* oder *Depreſſionen* des Morgens
n mehrſten, des Abends am wenigſten, dagegen
ngekehrt die *Erhebungen* des Morgens geringer,
s Abends ſtärker ſind*). Die gröſste Erhebung
nd Erniedrigung ſind zuſammen 528″ + 28″ =
′ 16″; um ſo viel (mehr oder weniger, nach-
em der Gegenſtand weiter oder näher iſt) ſcheint
an folglich bey geometriſchen Höhenmeſſungen
hlen zu können, wenn man ſie auf gerathewohl
ternimmt, und keine Merkmale zur Verbeſſe-
ung, wegen der jedesmaligen Beſchaffenheit der
rahlenbrechung hat.

2.

Was *die Spieglung mit nngekehrten Bildern
terhalb der Gegenſtände* betrifft, ſo hatte die-
s Phänomen, wie man aus der obigen Tafel
ht, bey Gegenſtänden, die über eine *Waſſer-
che* fort geſehn wurden, ſehr oft ſtatt. Faſt
mer, wenn das Haus auf Hochſand ſich ſo ſpie-
lte, war es mit den beiden Pfählen in gleicher
öhe, oder unter der Kopffläche des öſtlichen

*) Damit ſtimmen die Beobachtungen *Ellicots* im vorigen, und *Vince's* und *Latham's* in dem folgenden Stück der Annalen aufs beſte zuſammen, welche die auſserordentlichen Hebungen entlegner ſonſt unſichtbarer Küſten, die ſie beſchreiben, des Nachmittags, wenigſtens, in gröſster Stärke ſahen. d. H.

Pfahls gesenkt, selten um 1 bis 1½, und nie üb
2 Zoll darüber erhaben. — Umgekehrt war
alle Erniedrigungen mit Spieglungen des Hau
und andrer entlegner Gegenstände über dem W
ser her begleitet, so dass man das Haus seh
und zugleich ein deutliches umgekehrtes Bild u
ter demselben sah.

Es ist schon vorhin dargethan worden, d
dieses auf keiner wahren katoptrischen Spiegl
sondern auf einer der gewöhnlichen atmosphä
rischen Refraction entgegengesetzt wirkenden Str
lenbrechung beruhe, welche die Lichtstrah
nach oben krümmt, so dass ihre Bahn nach un
zu convex wird. Ist das wirklich der Fall, l
lässt sich wol nicht annehmen, dass zwey Licht
strahlen, welche von einem Puncte des Objec
ausgehn, in senkrechter Ebne bleiben, und
einem Puncte, nemlich im Auge, wieder zusamm
kommen, folglich zwey Lichtstrahlen, die s
in ihrer ganzen Bahn nicht weit von einander en
fernen können, eine entgegengesetzte Brechu
leiden, und der eine aufwärts, der andre herab
wärts gekrümmt werden sollte *). Vielmehr m
dann höchstwahrscheinlich sowohl die Strahle
durch welche man den entlegnen Gegenstand, a
die, durch welche man das Bild sieht, unterwärt
gebogen, nur diese mehr als jene, so *dass auch*
das Object eine absolute Erniedrigung in Ver

*) Höchstens nur in sehr einzelnen Fällen, dergle
chen *Vince* beobachtet zu haben scheint. d. H.

leich der horizontalen (oder faſt horizontalen) trahlen; durch die es ſonſt geſehn wird, *erlei-et* *).

Da nun, ſo oft das Haus auf Hochſand in der unter der *pro baſi* angenommnen Linie (durch ie Kopffläche der beiden Pfähle und den Firſt des auſes) erſchien, oder darunter, eine Spieglung nterwärts ſtatt fand; ſo war dieſe Linie nicht ade, ſondern ein wenig unterwärts gekrümmt, nd der weſtliche Pfahl ſteht etwas höher, als es e grade Linie durch den Firſt und den vordern fahl erfordert hätte. Und da noch bey $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ oll Hebung verſchiedentlich eine Spieglung un-rwärts ſtatt fand; ſo möchte die Scheitelplatte s weſtlichen Pfahls, oder der Nullpunct, um $\frac{1}{4}$ s $\frac{1}{2}$ Zoll zu hoch geſtanden haben **). Zwar war nige wenige mal bey Spieglungen unterwärts das us $\frac{1}{4}$ und 1 Zoll, einmal ſogar 2 Zoll erhaben; man aber einige Minuten ſpäter die Beobach-ngen wiederholte, war das Object auf o geſun-n; dieſe wenigen unregelmäſsigen Beobachtun-n entſchieden daher nichts, da ſie von zufälligen eränderungen, oder von dem Uebergange der ft aus einem Zuſtand in einen andern, abzuhän-n ſcheinen ***). Der Beobachtungen von $\frac{1}{4}$ bis

*) Vergl. *Huddarts* Theorie, Annal. d. Ph. III. 261, d. *H.*

**) Vergl. S. 419 Anm.

***) Da die ſcheinbare Horizontallinie 9$\frac{1}{2}$ Zoll Hebung über H. Woltmanns Nulllinie hatte; ſo iſt

½ Zoll Hebung bey Spieglungen, ſind dagegen beträchtlich viele, daher dieſe billig zur Regel gezogen werden.

3.

So wie die Erniedrigungen mit einer Spieglung unterwärts, ſo ſind *ſehr ſtarke Erhebungen* auch *mit einer Spieglung oberwärts* begleitet. Doch iſt dieſes Phänomen mit deutlichen, vollſtändigen Bildern ſehr ſelten, und wurde in 9 Monaten nur dreymal wahrgenommen; mit unkenntlichen und verworrnen Bildern iſt es häufiger, und bey jeder auſserordentlichen Hebung, heiſser Luft, etc., vorhanden.

Das Bild des Waſſerhorizonts erſcheint dabey zu oberſt in vollkommen grader Linie, an welcher die Bilder der Häuſer, Ufer, Hügel, Mühlen, Bäume etc. unterwärts *umgekehrt*, wie bey der vorigen Art von Spieglung, hängen. Zuweilen trennt ein Luftſtreifen das verkehrte Bild von dem darunter ſtehenden Gegenſtande; doch ſtoſsen häufiger Bild und Gegenſtand zuſammen, und vermiſchen ſich ſo, daſs keins von beiden kenntlich iſt, und das Ganze wie eine hohe Seeküſte, mit vielen ſenkrechten Strichen, erſcheint.

Da es bey dieſer Spieglung oberwärts auſser Zweifel iſt, daſs die Strahlen des Gegenſtands

bey allen Spieglungen ohne Ausnahme Depreſſion, ſo wie bey Spieglungen aufwärts, Hebung über dieſe ſcheinbare Horizontallinie. *Grub.*

nd des Bildes, beide durch Brechung aufwärts üſſen gekrümmt werden, ſo läſst ſich hierdurch nalogiſch die Brechung niederwärts bey der un-ern Spieglung beſtätigen *).

*) Schon *Wetterling* in ſeiner Abhandlung *von zwey an den Schwediſchen Küſten bemerkten Erſcheinungen, Erhebung (Hägring) und Seegeſicht (Gunnilds Oerar)* in den Neuen Abh. der kön. Schwed. Akad. der Wiſſ. für 1788, ſcheint dieſe Spieglung oberwärts (*Seegeſicht*) eben ſo wohl als die herabwärts beobachtet zu haben. „Die wirkliche *Erhebung* (Hägring), ſagt er, macht nicht nur Gegenſtände ſichtbar, die hinter andern ſtehn, ſondern ſelbſt ſolche, die zu tief unter dem Horizonte liegen, als daſs die gewöhnliche Strahlenbrechung ſie zum Auge bringen könnte. Bey einer Beobachtung vom 1ſten Juni 1785 bemerkte er, „daſs meiſt alle Gegenſtände von der *Erhebung* gleiche Höhe erhielten. — Das Fernrohr zum Nivelliren beſtätigte es, daſs die Stelle, welche der erſte Streif der Erhöhung über die ſchwediſchen Klippen einnahm, beſtändig die Gränze der Höhe blieb, und daſs der Zuwachs niederwärts in einer ſpitzigen oder kolbigen Geſtalt geſchah. — Der *Erhebung* obere Ebne war zunächſt eine grade ſcharfe Linie, ſo lang als der Klippen Grundlinie; der untere zuwachſende Theil hatte eine ordentliche kolbige Geſtalt, doch mit ſo matter Umgränzung am Mittel der Beugung, daſs er von gewöhnlicher Luft durchbrochen ſchien. Es war auch faſt unmöglich, Farben der Körper und ihrer *Erhebungen* zu unterſcheiden. Die lichten Berge gaben eben die *Erhebung* wie die

4.

Die *Bilder der Spieglung unterwärts* ſind ſehr unbeſtändig und wandelbar; ſie werden bald

Berge.„ Zwar ſagt *Wetterling* weiterhin: „Durch die *Erhebung* zeigen ſich alle Gegenſtände aufgerichtet, und nicht das oberſte zu unterſt gekehrt, wie man anfangs aus dem erſten Anwachs der Erhebung ſchlieſsen ſollte.„ Allein ich bin geneigt dieſes von der Erhebung der Objecte ſelbſt, nicht von ihrer obern Spieglung zu verſtehn.

Merkwürdig iſt es, daſs nach allgemeiner Erfahrung der Seeleute, wie *Wetterling* bemerkt, dieſe *obern ſtarken Spieglungen (Gunnilas Oerar) eine Vorbedeutung groſser Stürme ſind.* Stürme ſind heftige Strömungen, womit die Luft das geſtörte Gleichgewicht herzuſtellen ſucht. Es wäre aber kein Grund zu ſolchen Strömungen vorhanden, wofern nicht eine dünnere Luftſchicht ziemlich lange ſich unter einer dichtern ruhig erhalten könnte; die, ſobald ſie ſich zu überwerfen anfangen, die ganze Luftregion in die gewaltigſte Bewegung ſetzen. Von einer ähnlichen Urſach ſpricht *Franklin*, da er das Aufwirbeln der Waſſerhoſen erklärt. Vor bei den Erſcheinungen geht eine Windſtille her. Die dünnere Luftſchicht hält ſich alſo noch ruhig unter der dichtern und ſchwerern, und das Phänomen der *Gunnilas-Oerar* kann in der dünnern ſich bilden, bis der Kampf der Luftſchicht anfängt. *Grub.*

Der Leſer vergleiche hiermit die Bemerkungen *Huddart's Elliot's, Nicholſon's* und *Woltmann's*

d. H.

gröſser, bald *kleiner*, bald in Stücken getrennt, und ſind zuweilen eine Zeitlang in ſteter Bewegung. Ihre ganze Dauer iſt ſelten über 2 Stunden von 3 bis 5 Uhr, oder 4 bis 6 Uhr Abends.

Bei den beiden Spieglungen *unterhalb* und *oberhalb*, iſt noch folgender optiſcher Betrug zu bemerken: Bey der *erſtern* ſcheinen die Gegenſtände ſelbſt ſehr erhaben und in der Luft zu ſtehn, ſind aber in der That niedriger, als zu jeder andern Zeit. Bey der *letztern* hingegen ſcheinen die Gegenſtände ſelbſt ſehr niedrig zu ſeyn, und kaum etwas über dem Horizonte, der ſelbſt ſehr erhoben iſt, hervorzuſtehn. Der ganze Gegenſtand iſt aber in der That bey dieſem Phänomen auſserordentlich erhaben, obwohl, wie es ſcheint, zuweilen die untern Theile verhältniſsmäſsig mehr als die höhern, da denn der Gegenſtand niedergedrückt erſcheint. Ob aber bey dieſer Spieglung oberwärts eine unregelmäſsige Strahlenbrechung, vermöge der die Strahlen von den untern Theilen des Gegenſtandes die von den obern durchkreuzen, vorgehe, oder überhaupt möglich ſey, und ob dabey ein vollkommnes Bild entſtehn könne, über alles das kann ich mit Gewiſsheit bis jetzt nichts entſcheiden *).

Beide Spieglungen, unterwärts und oberwärts, ſind, ſo viel ich mich erinnere, ſehr gut in einem

*) Darüber giebt *Vince's* künftig mitzutheilender Aufſatz die erwünſchte Auskunft. *d. H.*

Aufsatze von *Martinet Warneemingen omtrent het Opdoemen van Zee en Land* in den Verhandlingen der holl. Akad. der Wiſſenſch. zu Harlem Th. 27. St. 2. beſchrieben.

5.

Mit ſüdlichem und weſtlichem Winde und bey niedrigem Barometerſtande war *die Erhöhung* der Gegenſtände in der Regel ſtärker, als bey nördlichem und öſtlichem Winde und hohem Barometerſtande, und unter dieſen letztern Umſtänden geht die irdiſche Refraction nicht ſelten in wirkliche *Erniedrigung* mit Spieglung herabwärts über. Doch iſt das Barometer bey dieſer Regel zuverläſſiger, da ſie in Hinſicht des Windes häufige Ausnahme leidet. Trockne Luft vermindert die Erhöhung der Gegenſtände, feuchte Luft vermehrt ſie, daher die Spieglung unterwärts häufiger bey trockner als bey feuchter ſtatt hat. Den ſtärkſten untrüglichſten Einfluſs auf dieſe Refraction hat aber die *Wärme*.

In den beiden Monaten September und October wurde täglich Morgens, Mittags und Abends die Temperatur des Elbwaſſers und der Luft nahe über der Waſſerfläche beobachtet, und es ergiebt ſich aus dieſen Beobachtungen, daſs allemal, wenn das Waſſer um 2° Fahrenh. oder mehr *wärmer* als die Luft war, eine *Erniedrigung* der Strahlen, die ſich über die Waſſerfläche erſtreckten, und (vorausgeſetzt, daſs die Gegenſtände ſichtbar

aren) eine Spieglung herabwärts ſtatt fand. War gegen das Waſſer um 2° F. *kälter* als die Luft, fand *Hebung* der Strahlen und nie eine Spieung herabwärts ſtatt. Dieſe Regel litt während eymonatlicher Beobachtung, und bey mehr als o Beobachtungen, keine einzige Ausnahme. tzt man aber ſtatt 2° nur 1°, ſo finden ſich dan einige wenige Ausnahmen.

Auch ohne Thermometer kann man oft entieiden, ob das Waſſer oder die Luft wärmer iſt. y jedem *Froſte* iſt ſo z. B. die Luft kälter als °, indeſs das Waſſer nicht leicht kälter werden nn, ohne ſich in Eis zu verwandeln. Eis und nee ſind beym Froſtwetter wärmer als die Luft, d deshalb findet bey ſolchem Wetter die irdiſche fraction in der gewöhnlichen Bedeutung (Erdrigung und Spieglung) allemal ſtatt *). Beym *ſthauen* hingegen iſt die Luft wärmer als die dfläche, mithin iſt eine wirkliche Hebung der genſtände vorhanden. Im Allgemeinen iſt die ft im Frühling wärmer, im Herbſt und Winter lter, als das Meer. Im Sommer wechſelt dieſes ch den Tageszeiten ab; des Morgens iſt das ſſer, Mittags und Abends hingegen, ſo lange Sonne ſcheint, die Luft wärmer, wiewohl n hierin nach Verſchiedenheit des Windes und s Barometerſtandes Ausnahmen zeigen.

*) Man vergl. eine hierher gehörige Beobachtung *Wilſe's* Annalen III. 366. d. H.

6.

Das Bisherige betraf Strahlen, welche gröſtentheils über eine Waſſerfläche hinſtreichen. Herr Woltmann dehnte ſeine Beobachtungen aber auch auf *Gegenſtände* aus, *von welchen die Strahlen längs einer mit Pflanzen bewachsnen Erdfläche fortgingen.* Dazu diente ihm *erſtlich* die Thurmmauer der *Altenbrucher Kirche* des Landes *Hadeln*, (Fig. 1.) welche vom Obſervationspunct (dem weſtlichen Pfahle) in Südſüdoſt ungefähr 23470 Fuſs entfernt, und etwa 70 Fuſs über der Meeresfläche lag. Der Strahl ging über einen begrünten Boden und über Getreidefelder, die mit Gräben und kleinen Waſſerläufen durchſchnitten ſind, hin und wieder nahe über Bäume, Häuſer und Deiche fort. Ein *zweiter* Gegenſtand für dieſe Beobachtungen war ein Haus zu *Duhnen*, vom Obſervationspuncte Nordnordweſt ungefähr 15200 Fuſs entfernt, und über der Meeresfläche etwa 64 Fuſs erhaben. Der Strahl erſtreckte ſich in der ganzen Länge über ein ziemlich trocknes und ofnes Getreidefeld, ohne Häuſer, Bäume und dergleichen.

Die Beobachtungen wurden eben ſo, wie die vorigen, angeſtellt, und der Nullpunct wiederum zu einer Zeit beſtimmt, als die entlegnen Gegenſtände über Waſſer her ſich unterwärts ſpiegelten. Doch waren die beiden gewählten Gegenſtände zu nahe, als daſs an ihnen ſelbſt die Spieglung ſichtbar werden konnte, auch kein entfernteres Object

Obſervationspuncte ſichtbar, von welchem die
ihlen blos über trockne Erde gegangen wären,
chon, wenn man eine ganz offne Ebne vor ſich
oder von einer Höhe über Gebüſch und dergl.
ſieht, (z. B. von den Geeſthöhen über die Mar-
en daſiger Gegend) es nichts ſeltnes iſt, die
ze Landſchaft in einem unbeweglichen *Glanz-*
ere zu ſehn, worin ſich alle erhobnen Gegen-
ide *unterwärts ſpiegeln.* Dieſe Spieglung bey
te geſetzt, fand H. Woltmann eine völlige Ue-
einſtimmung in der Brechung der Strahlen, die
er Land und über Waſſer hinſtreichen. Der
ahl krümmt ſich allemal ſo, daſs er nach der
rmſten Seite zu convex iſt, und die Refraction
deſto gröſser, je gröſser die Wärmeverſchie-
ıheit zwiſchen beiden Materien iſt.

7.

Iſt der Himmel den ganzen Tag bedeckt,
er der Erdboden bey heitrer Luft ſo feucht,
s die Pflanzen ſich durchs *Verdünſten* abküh-
ı, ſo iſt es möglich, daſs die Refraction den gan-
a Tag über aufwärts convex bleibt. Werden aber
rahlen, die über den feſten Boden hingehn, des
orgens herabwärts convex gekrümmt; ſo muſs
eſe Depreſſion gegen Mittag noch zunehmen
ſer wenigſtens beſtehn bleiben. Beobachtet man
orgens und Abends Depreſſion, ſo iſt ihre Dauer
f dem feſten Lande an dieſem Tage keinem
weifel unterworfen, weil ſie hier um Mittag alle-
al zunimmt; auf der See wird nicht ſelten die
ebung um Mittag am gröſsten.

Sieht man die *Sonne* oder den *Mond aufgehn* oder *untergehn*, ſo giebt ihre Geſtalt ein untrügliches Merkmal, ob Hebung oder Senkung ſtatt findet. Im letztern Fall ſcheint die Sonnen- oder Mondſcheibe nicht rund, ſondern in die Länge gezogen. Ein Theil derſelben ſpiegelt ſich unterwärts; das umgekehrte Bild kann $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ des Durchmeſſers betragen, und es iſt, als ob an dem auf- oder untergegangnen Theile der Anfang einer andern Scheibe angeſetzt wäre.

In Ermanglung andrer Gegenſtände kann *die Spieglung der Atmoſphäre* ſelbſt ein Merkmal der Depreſſion abgeben. Oft, und meiſt bey heiterm Sonnenſcheine, ſieht man rings umher an der Gränze des Horizonts eine ſcheinbare *wellenförmige Bewegung* der Luft, wobey der Geſichtskreis mehr als gewöhnlich eingeſchränkt iſt. Dieſe Wellen ſind keine wirkliche Luft, da man keinen Stoſs von ihnen fühlt, nur Bilder von Wellen, die den Wandrer ringsum *begleiten*, aber immer vor ihm fliehn. Ein kleiner, niedriger Streifen der Atmoſphäre ſpiegelt ſich, ſo daſs der unterſte Theil des Bildes zum obern Theile des abgeſpiegelten Streifens gehört, und in dieſem Theil des Bildes iſt die anſcheinende Aeſtuation.

III.

THEORIE

der mit Spieglung verbundnen Senkung und Hebung der Objecte am Horizont;

vom

Abbé GRUBER, k. k. Baudir.

(*ein Zusatz zu vorstehendem Aufsatz*) *).

Da die *Depression samt ihrer Spieglung abwärts* nur dann stattfindet, wenn die Fläche, worüber s geschieht, wärmer als die Atmosphäre ist, so

*) Vergl. S. 397 Anm. „Warum man diese Brechungen, (sagt Herr Baudirector *Gruber* in einem Schreiben an den Herausgeber der Annalen,) *terrestrische*, zum Gegensatz der *himmlischen*, nennt, will mir nicht so ganz einleuchten. Verdünnung der Luft durch Wärme ist der einzige Grund dieser Strahlenbrechung, und die Antipode der gewöhnlichen, die durch Verdichtung der Luft geschieht. Vielleicht sollte sie *Strahlenbrechung in verdünnter Luft* heissen. Erdflächen geben nur Veranlassung zur Erzeugung einer wärmern und dünnern Luft, worin das Phänomen zuerst bemerkt wurde. So wie über der Erde, kann es auch über oder unter einer flachen *Wolke*, oder einer Luftschicht, die sich von der nächsten durch einen *mindern Wärmegrad* unterscheidet, gesehn werden. Von die-

muſs man ihre Urſach in der durch Wärme a
wärts ſich verdünnenden Luft aufſuchen, u
Waſſerdünſte können nur, in ſo fern ſie der wä
mern Luft mehr Ausdehnung und Spannung g
ben.

ſer Art ſind an der Nordſee die *Gunilas Or*
rar.„

Dieſe Bemerkung iſt allerdings ſehr treffend. Schickliche Kunſtwörter für die verſchiednen Arten von Strahlenbrechung ſind nöthig, um nicht zu weitläuftig zu werden, und ſich nicht zu verwirren. An Kunſtwörtern fehlt es nun zwar nicht, wohl aber an einer ſchicklichen Auswahl und Beſtimmung. *Aſtronomiſche* oder *himmliſche Strahlenbrechung* bedeutet urſprünglich die Brechung der Strahlen, die von himmliſchen Gegenſtänden zu uns herab kommen; ſie erhöht den ſcheinbaren Ort eines Punctes über den wahren, in der Verticalebne, und zwar um eine Gröſse, welche zwar etwas, doch in der Regel nicht gar ſehr veränderlich iſt. Eine Strahlenbrechung, die von dieſer *gewöhnlichen* abweicht, ſey es nun durch eine auſserordentliche Erhöhung des ſcheinbaren über den wahren Ort des leuchtenden Punctes, oder dadurch, daſs ſie ihn unter dieſen erniedrigt, oder aus der Verticalebne verrückt, möchte man wohl mit *Vince* am ſchicklichſten eine *ungewöhnliche Strahlenbrechung* nennen, allenfalls, in ſo fern der Grund dazu immer nahe an der Erde iſt, *terreſtriſche Refraction*, wenn nicht am Ende die Urſach aller dieſer Refractionen die Atmoſphäre, und alſo terreſtriſch wäre. Schicklicher brauchte man dieſen Ausdruck vielleicht blos

en, etwas dazu beytragen *). Hierbey kömmt ber die natürliche Zunahme der Temperatur in iedern und dichtern Luftregionen, ſo fern ſie lichter ſind, nicht in Betracht, ſondern blos die öhere Temperatur in den unterſten Luftſchichten nd der darunter liegenden Fläche, durch welche

für Brechung der Strahlen irdiſcher Gegenſtände, wollte man ihn anders überhaupt beybehalten. Die mehrſten ungewöhnlichen ſind *horizontale Strahlenbrechungen*, in ſo fern die Strahlen dabey nicht hoch über den Horizont herabkommen; doch giebt es auch ungewöhnliche Höhenrefractionen, z. B. beym Sirocco und bey ungewöhnlichen Zuſtänden der Luft. In ſo fern die ungewöhnliche Horizontalbrechung mit doppelten Bildern der Gegenſtände verbunden iſt, nennen Hr. *Gruber* und *Woltmann* ſie ein *katoptriſches* Phänomen, eine *Strahlen-Abprallung*; allein da ſie das wirklich nicht, ſondern ganz und gar eine dioptriſche Erſcheinung iſt, ſo möchten dieſe Namen nicht zum beſten, und nicht ſo gut als der: *Spieglung*, gewählt ſeyn. *Strahlenbrechung über erwärmte Flächen* wäre einestheils ein ſehr weitläuftiges Kunſtwort, anderntheils vielleicht zu eingeſchränkt, da gleich *Huddart's* erſte Beobachtung zu zeigen ſcheint, daſs Waſſerdünſte darauf beträchtlichen Einfluſs haben: und *Strahlenbrechung in verdünnter Luft* iſt theils nicht minder weitläuftig, theils auch ohne fernere Beſtimmungen wohl nicht charakteriſtiſch. *J. H.*

*) Vergl. *Nickolſons* Bemerkung Annal. III. 307.

dieſe Schichten dünner als die darüber ſtehenden werden, und ſich von oben herabwärts bis zur erwärmten Fläche verdünnen.

Unter dieſer Vorausſetzung iſt die Theorie der Depreſſion und der Spieglung abwärts eine Folgerung aus dem dioptriſchen Grundſatze, daſs die Brechung aus dem dichtern in das dünnere Mittel vom Perpendikel abwärts geſchieht, ſo daſs der Brechungswinkel gröſser als der Einfallswinkel wird. Was *Newton* von der krummen Refractions- und Reflexionslinie der gemeinen Spieglung ſagt: *ſi attractio vel impulſus ponatur uniformis, erit ex demonſtratis Gallilaei parabola* *), gilt hier aus derſelben Urſach, nur daſs hier der Refractionsraum endlich, dort unendlich klein iſt, daher der Strahlengang unſers Phänomens in ſehr groſsen, bey der gemeinen Spiegelreflexion dagegen in unendlich kleinen Parabeln beſteht. — Da die Luft abwärts dünner wird, ſo müſſen die tiefer kommenden Strahlen ſtärker gebrochen, und daher unter kleinern Winkeln als die oberen reflectirt, mithin die untern Parabeln abwärts convexer als die obern werden. Da nun aus jedem Punkte des Objects Strahlen nach allen Richtungen ausfahren, ſo iſt es möglich, daſs mehrere Strahlen deſſelben Punctes in der Verticalebene durch das Auge, mittelſt verſchiedner Brechungen, ins Auge kommen. Machen ſie aber hier einen Winkel, ſo ſieht man den Punct, aus dem ſie

*) *Phil. nat. princ. math. pr.* 94.

herkommen, doppelt, nach ihren Richtungen, einen über dem andern.

So lange die Strahlen dabey, ohne sich zu durchkreuzen, ins Auge kommen, erscheint das Object jedesmal aufrecht und in seiner natürlichen Lage. Durchkreuzen sie sich aber, wie in Fig. 5., so sieht man den Gegenstand umgekehrt. Man kann dieses ein *Bild* nennen, wiewohl fast alles, was nicht durch grade Linien gesehn wird, ein Bild heissen könnte. — Wenn sich das Object in den Raum der wachsenden Refractionen einsenkt, so kann es eben darum in seinem umgekehrt reflectirten Bilde verkürzt erscheinen, wie wiederum in Fig. 5., wenn des untern Strahls *HO* Reflexionsscheitel tiefer als der des obern Strahls *GO* liegt, da denn der Reflexionswinkel *gOh* kleiner, als der grade Sehungswinkel *GOH* wird. Hierin unterscheidet sich die *Spiegelung abwärts* wesentlich von der gemeinen auf ebenen Flächen, wo alle Reflexionsscheitel in derselben Ebene liegen.

Aus dieser Theorie lassen sich die vorzüglichsten Beobachtungen bey der *Depression* der Gegenstände und deren *untern Spiegelung* ohne Schwierigkeit erklären:

1) Die aufrechtstehenden Gegenstände werden *niedergedrückt*, weil der ganze Sehungswinkel wegen des abwärts gekrümmten Strahlengangs sich senkt;

2) die *verlängerung — ſich nach unten*, weil mehrere Strahlen derſelben Puncte, die verſchieden lich gebrochen zum Auge gelangen; die Puncte zu Linien verlängern, (wie das Hr. Woltmann eben ſo an der aufgehenden Sonne, als ich an einer rothen Scheibe im Horizont einer erhitzten Eiſenſtange wahrnahm.) Beides iſt Urſach, warum die Gegenſtände *näher* zu kommen ſcheinen; denn was man tiefer und verlängert ſieht, hält man für näher.

3) Die umgekehrt reflectirten Bilder werden *abwärts verkürzt*, weil die ſtärkere Refraction abwärts die Sehungswinkel verkleinert; und dieſe Verkürzung muſs um ſo ſichtbarer ſeyn, je mehr die Puncte der aufrechtſtehenden Objecte oben verlängert werden.

4) Die Gränze der aufrechtſtehenden Gegenſtände und ihrer verkehrten Bilder iſt auch die Gränze der Verlängerung der Puncte überwärts, und der Verkürzung der ſenkrechten Linien unterwärts. Sie iſt nie ſcharf begränzt, weil da die Refractionen und Reflexionen in einander flieſsen, und ſich um ſo mehr vermiſchen, je gröſser der Unterſchied der Dichtigkeit oder Wärme über und unter der Gränze iſt. So viel von der Depreſſion und der Spieglung unterwärts.

Die *Hebung* der Gegenſtände iſt zwar ſicher eine Wirkung der gemeinen Strahlenbrechung, allein die *Spieglung überwärts* ſcheint nicht von

Urſach herzurühren. Denn um ein umge-
es, wenn gleich verwirrtes, Bild hervorzu-
en, müſſen ſich die Strahlen in ihrem Gange
kreuzen, welches bey dem gewöhnlichen
id der Atmoſphäre nie der Fall iſt. Da die-
eglung überwärts nur bey auſserordentlichen
igen, anfangs etwas genauer, dann aber mit
chten undeutlichen Streifen nach den Ge-
nden herab verlängert, wahrgenommen wird;
t das auf eine gröſsere Erwärmung und dar-
ruhende Verdünnung der Luftſchicht, wor-
Spieglung vor ſich geht, ſchlieſsen, wo-
die Strahlen, welche aufwärts convex ſind,
ärker gebogen, und dadurch wieder zu einer
n darunter befindlichen Luftſchicht herab-
ht werden. Denn geſetzt, der Strahl *GI*
.) gehe durch eine Luftſchicht herauf, wel-
i nach oben zu allmälig verdünnt, ſo wird
ahl von ſeiner Tangente ab, und zwar je
r kömmt, deſto ſtärker herabwärts gebro-
ſo daſs er ſich vom Scheitel ſeiner Bahn ab
ärts bewegt, und dabey der ſenkrechten
mer mehr und mehr nähert. Bey gröſse-
e dieſer Luftſchicht, und gröſserem Unter-
in ihren Dichtigkeiten würden daher die
n ſtärker gekrümmt, und hieraus läſst es
lären, wie ſich Strahlen, gleich *AIO* und
i dieſem Fall durchkreuzen können, welches,
ne Spieglung aufwärts erſcheint, nothwen-
Fall ſeyn muſs.

Die Verlängerung der verkehrten Bilder gegen die darunter ſtehenden Gegenſtände durch lothrechte Streifen, womit die Spieglung undeutlich wird, zeigt offenbar, daſs die untern Strahlen des Bildes, wenn ſie in das Auge *O* kommen, wieder mehr von der ſenkrechten Linie als die obern abweichen, und entweder wie *AFO* in ihrem zweyten herabgehenden Aſte noch einmal, und zwar nach unten gekrümmt werden, oder wie *AHO* nach flächern Linien fortgehn, doch ſo, daſs ſie ſich kreuzen, da ſie eine Spieglung, obſchon eine verwirrte, bewirken. Beides iſt durch einen ordentlichen paraboliſchen Strahlengang ſchwer zu erklären, und ich wünſchte, daſs H. *Wolfmann*, der uns zur Theorie der Depreſſion ſo wichtige Data geliefert hat, auch hierüber durch fernere Beobachtungen einen Ausſchlag zu geben ſich entſchlieſsen möchte.

IV.

Ueber die Bewegungen kleiner brennender Dochte, wenn sie in einem Becken mit Oehl schwimmen;

von

PATRICK WILSON,
Prof. der prakt. Astron. zu Glasgow *).

Die *hydrostatische Lampe* (wie sie Herr Wilson nennt) besteht aus einem kreisförmigen Schnittchen von gewöhnlichem Schreibpapiere, ungefähr $\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmesser; etwa $\frac{1}{4}$ Zoll gesponnene Baumwolle, durch eine Oeffnung in der Mitte des Papieres gesteckt, vertritt die Stelle des Dochtes, und das Lämpchen schwimmt in einem flachen gläsernen Becken mit beynahe senkrechten Seiten, auf Provenceröhl. Sobald die Lampe angezündet ist, so eilt sie schnell nach der Seite des Gefäßes zu, stößt daran, und geht dann nach der Seite des Gefäßes zu noch drängend im Kreise umher, wobey sie bald von der Rechten nach der Linken, bald in entgegengesetzter Richtung circulirt, je nachdem der vorderste

*) *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. 4.* 1798. ausgezogen in *Nicholf. Journ. of nat. phil. Vol. 2. p.* 167.

Punct der papiernen Basis (der Leitungspunct), der zuerst an der Seite anstiefs, sich nach der Berührung des Glases rechts oder links umkehrt. Dieses Umkehren bemerkt man deutlich an einer partiellen Umdrehung der Lampe um den Docht, als ihre Achse, welche so bald, als sie an den Rand des Gefäfses kömmt, statt hat. Bisweilen, aber selten, bleibt auch der Leitungspunct unbeweglich an der Seite des Gefäfses stehn, und hält die Lampe fest (*forms the vinculum*), zufolge der wohlbekannten Anziehung zwischen der Erhebung des Oehls um die Basis, und an den Seiten des Glases.

Hat der kleine Docht irgend eine merkliche Excentricität auf der kreisförmigen papiernen Basis, so segelt die Lampe so, dafs der dem Dochte zunächst liegende Theil das Hintertheil wird. Macht man die Basis der Lampe oval, und setzt den Docht in die längere Achse excentrisch, so bleibt das dem Dochte zunächst liegende Ende der Basis ebenfalls hinten, wenn die Lampe queer über das Becken schwimmt. Ist endlich das Papier ein gleichseitiges Dreyeck, und steckt der Docht in einem Perpendikel auf einer der Seiten, so wird entweder diese Seite oder die gegenüberstehende Spitze das Hintertheil, je nachdem der Docht der einen oder der andern am nächsten liegt. Diese Lampen bewegen sich ebenfalls kreisförmig, so bald sie an die Seiten des Gefäfses kommen, wenn, wie es gewöhnlich geschieht, der Leitungspunct sich vom Glase wegkehrt.

Dieſer ſtete Kreislauf der Lampe, nachdem ſie an die Seite des Gefäſses gekommen iſt, ſcheint *Wilſon* von derſelben Kraft herzurühren, welche ſie vorher antrieb, und noch auf dieſelbe Art, aber in einer ſchiefen Richtung gegen die anziehende Kraft, welche das Vinculum bildet, wirkt. Dieſe Inclination, ſagt er, werde offenbar gröſser oder geringer ſeyn, je nachdem der Leitungspunct mehr oder weniger von dem Glaſe abgekehrt iſt. Wenn der Leitungspunkt und das Vinculum coincidiren, ſo ſcheint es, daſs beide Kräfte die Lampe in ſenkrechter Richtung nach der Seite des Glaſes zu forttreiben und dort ſtill halten werden, welches auch der Beobachtung gemäſs iſt.

Wenn die Lampe in gerader Richtung ſchwamm, ſo war eine dem Anſchein nach ſehr active Repulſion zwiſchen ihrem Hintertheile und dem daran liegenden Oehle bemerkbar. Um ſie noch anſchaulicher zu machen, ſtreute *Wilſon* ſehr feinen Holzkohlenſtaub um das Lämpchen. Dann entſtand beym Fortſegeln derſelben hinter ihr ein divergirender Streifen, der von allem Kohlenſtaub frey war, indem dieſer zurück und zu den Seiten, und zwar mit einer weit mehr als relativen Bewegung, fortgetrieben wurde. Um dieſe Zerſtreuung des Kohlenſtaubes bey einer unbeweglichen Lampe zu beobachten, verfertigte *Wilſon* ein Lämpchen von feiner Oblate, mit einem excentriſchen Dochte, der aus einem doppelten

und weichen Faden Baumwolle beſtand. Die obere Fläche dieſer Oblate überzog er mit Goldblättchen, damit ſie kein Feuer fangen möchte; und machte ſie nun auf dem Oehle unbeweglich. Das Kohlenſtaub zog ſich von ihr nach allen Richtungen zurück, und zwar an der dem Dochte zunächſt liegenden Seite am ſchnellſten, an der entgegenſtehenden Seite am wenigſten merklich.

Hieraus glaubt *Wilſon* ſowohl die progreſſive Bewegung der Lampe, als auch das allgemeine Geſetz der oben beſchriebenen Bewegungen erklären zu können. Denn, betrachtet man dieſe Zerſtreuung des Staubes für jetzt blos im Allgemeinen als die Wirkung einer Repulſion zwiſchen der Lampe und dem angränzenden Oehle, ſo zeigen die oben angeführten Thatſachen offenbar, daſs in allen Fällen dieſe Repulſion an dem der Flamme oder dem Dochte zunächſt liegenden Theile am ſtärkſten iſt; und da Wirkung und Gegenwirkung gleich und entgegengeſetzt ſind, ſo muſs die Lampe in der Richtung der Linie fortgetrieben werden, die man ſich durch den Docht nach dem von der Flamme entfernteſten Theile der Lampe, wo die Gegenwirkung am ſchwächſten iſt, gezogen denken kann.

Um aber eine noch deutlichere Einſicht in die phyſiſche Urſache dieſer Bewegung zu erhalten, ſchien es ihm nöthig, dieſer ſcheinbaren Repulſion genauer nachzuforſchen, und hier boten

ich ihm folgende Betrachtungen dar. Wenn das Oehl in dem Becken von gleichförmiger Temperatur iſt, ſo befinden ſich alle Oehltheile im Zuſtande des Gleichgewichts und der Ruhe. Wird die Lampe angezündet, ſo hört dieſer Zuſtand des Gleichgewichts auf, indem die Flamme das unter ihr befindliche Oehl erwärmt, welches dadurch ogleich ſein Volumen vergröſsert, und ſein ſpecifiſches Gewicht vermindert, daher es durch die ſchwere der übrigen Maſſe emporgetrieben wird. Das Aufwärtsſteigen der erhitzten Oehltheilchen wird durch das Gewicht der aufliegenden Lampe erhindert; ſie ſuchen ſich daher einen Weg zu bahnen, und gleiten unter der Lampe fort, als ein dünner Strom in der Oberfläche. Dieſes beſtändige trömen geht am ſchnellſten und häufigſten nach der eite hin, wo der Widerſtand am geringſten, und der Weg, um unter der Lampe hervor zu kommen, am kürzeſten iſt, d. h. vom Dochte ab nach dem dem Dochte zunächſt liegenden Rand der Baſis. Die Gegenwirkung dieſes Stroms des verdünnten Oehls iſt daher auch ungleich, und muſs die Lampe in einer der ſtärkſten Strömung entgegengeſetzten Richtung forttreiben, da ſie denn ſo ſchwimmen muſs, wie wir geſehen haben. Dazu kömmt, daſs das erhitzte und von der Flamme ſich zurückziehende Oehl, welches ſich etwas über der Oberfläche der übrigen Oehlmaſſe zu erheben ſucht, auch im Verhältniſs der erlittenen Veränderung ſeiner ſpecifiſchen Schwere den Theil der Lampen-Baſis, wo es

austritt, bald mehr bald weniger in die Höhe hebt. Dieſes befördert die Gegenwirkung des Oehlſtroms, und macht, daſs die Lampe in der entgegengeſetzten Richtung deſſelben, gleichſam bergabwärts ſchwimmt.

Daſs das unter der Baſis verdünnte Oehl wirklich eine beſtändige Tendenz hat, ſich zu erheben, ſcheint Wilſon auch daraus unläugbar zu erhellen, daſs eine Lampe, die eine Zeitlang gebrannt, und ihre Baſis voll Oehl geſogen hat, ſogleich unterſinkt, ſobald ſie ausgeblaſen wird. Dies geſchieht auch bey einer Lampe von einer dünnen Lamelle von *Glimmer* (Marienglas), die ſehr gut ſchwimmt, bis die Flamme ausgelöſcht wird, dann aber ſogleich zu Boden ſinkt.

Dieſer Erklärung entſprach auch folgender Verſuch. Als er die Oberfläche des Oehls mit einer rothglühenden Eiſenſtange berührte, und ſo eine örtliche Erwärmung in demſelben hervorbrachte, zeigte ſich ringsum vom Eiſen ein ſolches Abſtrömen, ſo daſs der auf der Oberfläche geſtreute Kohlenſtaub ſich in immer mehr erweiternden Kreiſen davon entfernte, bis er endlich ganz an dem Rande des Beckens zuſammengedrängt war. Wurden ſehr kleine Theilchen Goldblatt mit dem Oehle, wenn es eine ſehr geringe Höhe hatte, vermiſcht, und durch ſie alle Bewegungen im Oehle ſichtlich gemacht, ſo bemerkte man unter-

wärts einen entgegengesetzten Strom, der sich der glühenden Eisenstange von allen Richtungen her nahte, und dann aufwärts stieg*).

Diese allgemeine Tendenz aller Theile der Flüssigkeit, sich durch Bewegung ins Gleichgewicht zu setzen, läßt sich dem Auge auf folgende Art darstellen. Man giesse in eine Theeschaale oder in ein Punschglas, Wasser, und dazu einen Löffel voll sehr helles Provenceröhl, welchem kleine Goldblattheilchen beygemischt sind. Wenn das Wasser kalt ist, und das Oehl allmälig und ohne Unterbrechung zugegossen wird, so bleibt es mitten auf der Oberfläche des Wassers in Gestalt einer Linse, ganz isolirt, von den Seiten des Gefäßes in gleicher Entfernung. Ein Lämpchen auf diese Linse von Oehl gesetzt und angezündet, fährt und dreht sich eben so herum, wie längere Lampen in einem Becken mit Oehl. Bringt man sie in Ruhe, so bemerkt man, daß die kleinen Goldtheilchen beständig an dem Hintertheile von dem Strome in der Oberfläche herausgeworfen werden, indeß die Theilchen auf dem Boden der Oehllinse langsam von allen Richtungen her nach der Lampe strömen, unter der Flamme, als dem großen Mittelpunct der An-

*) Eine Bestätigung der Rumfordschen Lehre, daß Oehl ein Nichtleiter der Wärme ist, d. h. daß die Wärme sich durch Oehl nicht nach unten fortpflanzt. *d. H.*

ziehung emporſteigen, und dann von dem Strome an der Oberfläche ergriffen, ſchnell wieder bis in einige Entfernung von der Lampe mit fortgeriſſen werden, wo ſie wieder ſinken, um den Kreislauf von neuem zu beginnen.

Wenn ein Stückchen Papier, eine Oblate, oder ein anderer leichter Kürper auf dem Oehle in dem Becken ſchwimmt, und man die Spitze eines heiſsen Eiſens daran hält, ſo verläſst er, von einer ſcheinbaren Repulſion weggetrieben, ſeinen Ort; im Grunde aber iſt es der von der Hitze hervorgebrachte Strom an der Oberfläche, der ſich von dem Eiſen nach allen Richtungen bewegt, der ihn mit ſich fortreiſst.

Wirft man auf Terpentinöhl, Aether, Alcohol oder irgend ein andres entzündbares Fluidum, welches viele Tenacität beſitzt, eine ſtark erhitzte Oblate; ſo gleitet ſie ſogleich von ihrem erſten Standpunct weg, und ſetzt ihre Bewegung fort, bis ſie erkaltet iſt, da dann auch der Strom, welcher unter irgend einem Theile derſelben reichlich hervorkam, aufhört. Starker Rum, geſchmolzener Talg, Wachs und Harz, zeigen daſſelbe anhaltende Abſtrömen auf der Oberfläche, von dem Punct, wo eine örtliche Erwärmung vorgeht, und dieſelben Erſcheinungen, wie das Oehl, wenn man kleine Lampen auf ihnen ſchwimmen läſst.

Auf dem *Waſſer* bringt eine örtliche Hitze keine ähnlichen Wirkungen hervor. Hält man nemlich die Spitze eines beynahe glühenden Schiereiſens ſehr nahe an die Oberfläche des Waſſers in einem Becken, ſo gleiten die Kohlenſtäubchen ganz und gar nicht hinweg, ſondern nehmen blos eine langſame irreguläre Kreisbewegung an, die ſich bald weiter verbreitet, indeſs die ſchwimmenden Partikeln beynahe ihren relativen Ort behalten. Daſſelbe geſchieht, wenn man auch gleich durch dieſe glühende Spitze das Waſſer in ein gelindes Kochen bringt. Wilſon meint, daſs dies wohl daher rühre, weil das Waſſer ſich durch die Wärme bekanntermaaſsen weit weniger ausdehnen laſſe, als die brennbaren Flüſſigkeiten, und daſs die Ausdehnung deſſelben wohl zu gering ſeyn möge, um das Gleichgewicht der Theilchen ſo weit zu ſtören, daſs dadurch ein ſolches Abſtrömen der leichtern und ausgedehnter, unter dem erhitzten Körper, entſtehen könnte. Auch iſt es möglich, daſs die Waſſertheilchen, wenn ſie erwärmt werden, ſogleich den Ueberſchuſs von Wärme dem angränzenden kältern Waſſer mittheilen, und weit ſchneller, als es die entzündbaren Flüſſigkeiten unter gleichen Umſtänden thun; ſo daſs der hohe Grad der Temperatur, welcher eine ſo ſtarke Expanſion, wie ſie zur Aufhebung des Gleichgewichts und zur Hervorbringung eines Stroms nöthig iſt, nie zu Stande kommen kann; nicht zu gedenken, daſs das Maximum dieſer Temperatur nie 212 Grade,

als den Siedepunkt des Waſſers, überſchreiten kann.

Daſs das Gleichgewicht unter den Waſſertheilen durch locale Anwendung der Hitze, obgleich in geringern Graden als bey entzündbaren Flüſſigkeiten, wirklich unterbrochen wird, erhellt wenn man ein Lämpchen in einer kleinen dünnen Schaale auf Waſſer ſchwimmen läſst. Stand die Lampe etwas vom Rande, und zugleich etwas tiefer als derſelbe, ſo daſs ſie mit dem Waſſer einerley Niveau hatte, ſo bewegte ſich die Schaale auf dem Waſſer ſehr langſam, und zwar immer ſo, daſs der Theil der Schaale, deſſen Rande die Flamme am nächſten war, zu hinterſt, kam. Wurde dieſelbe Schaale aus dem Waſſer genommen, und in ein Becken mit ſtarkem Rum gethan, ſo ſchwamm ſie viel geſchwinder, aber nach demſelben Geſetze*).

In

*) Daſſelbe thun auch die Verſuche dar, welche *Prevoſt* in ſeiner zweyten Abhandlung über die Mittel, die Ausflüſſe riechender Körper ſichtbar zu machen, erzählt. Er näherte Scheiben aus dünner Zinnfolie, welche auf dem Waſſer ſchwammen, einem glühenden Eiſenſtab. Hielt er ihn ſenkrecht über der Mitte der Scheibe, ſo blieb ſie ruhen; über einen andern Punkt ſenkrecht gehalten, bewegte ſich der Mittelpunct vom Stabe abwärts; in ſchiefer Richtung gehalten, kam die Scheibe ſtets in der Richtung des

In der Nachſchrift giebt *Wilſon* Anleitung zur Wiederholung ſeiner Verſuche. Der Faden, welchen er zu dem Dochte brauchte, war von ſehr weicher Baumwolle, wie man ſie zu dem gelümten Muslin nimmt. Nachdem er die Baſis in einem Punct durchſtochen hatte, ſteckte er ein Stückchen von dem Faden durch, ſchnitt ihn unten kurz ab, und drängte mit einer Nadel den Rand der Oeffnung rund um den Faden ſanft an, damit die Baſis ihn deſto beſſer halten konnte. Dann ſchnitt er den überflüſſigen Faden oben weg, und lieſs den Docht ungefähr einen Viertelzoll lang; ſo war die Lampe fertig. Wenn er ſie auf

des Stabs in Bewegung, gleichviel ob er über den vorderſten, den hinterſten Theil oder den Mittelpunct gehalten wurde. Grade ſo, wie im erſten Fall, erfolgte die Bewegung, als er den Brennpunct einer Glaslinſe auf die Scheibe fallen lieſs. Solche Bewegungen, behauptete *Prevoſt*, fänden bey leichten Körpern, die man in der Luft aufhängt, gar nicht, und auf dem Oehle nur ſehr ſchwer ſtatt; doch ſchmölzen die auf Oehl ſchwimmenden Staniolſcheiben bald. Auch reiche eine ſehr dünne Oehllage, etwas Staub, oder das bloſſe Eintauchen der warmen Finger hin, dieſe Bewegungen auf dem Waſſer zu verhindern. Alles dieſes läſst ſich aus den von *Wilſon* angegebnen Gründen ohne Schwierigkeit erklären. Daſs dabey aber wahrſcheinlich noch ein andrer Umſtand mit im Spiel iſt, darüber ſehe man die folgende von Arnimſche Bemerkung. *d. H.*

das Oehl ſetzte, ſo faſste er ſie bey dem Docht an, damit die papierne Baſis nicht gekrümmt oder zerknittert werden möchte; hierauf berührte er den Docht mit einem Tropfen Oehl, der dann zum anzünden fertig war. Zum Anzünden bediente er ſich eines Stückchens in Oehl getauchten Bindfadens, wodurch keine Unreinigkeiten auf das Oehl kamen, wie es mit einem Talg- oder Wachslichte geſchehn ſeyn würde.

Wenn ſich die Lampe kreisförmig bewegen ſoll, ſo muſs das Oehl ſehr rein ſeyn, und in völlige Berührung mit den Seiten des Glaſes gebracht werden. Das Oehl und das Becken müſſen gleiche Temperatur, welche zwiſchen 55° bis 60° F. fallen kann, haben. Denn, wenn ein Theil des Randes beträchtlich heiſser iſt als der andere, ſo wendet ſich die Lampe von dieſer Seite weg.

Anmerkung zu Wilſon's Verſuchen über die Bewegung ſchwimmender Lampen, von L. A. v. Arnim.

Bey der Wiederholung der Wilſonſchen Verſuche wurde es mir ſehr wahrſcheinlich, daſs auſser der durch Erhitzung im Oehl hervorgebrachten Strömung, noch eine andre Urſach mitwirke.

Wenn man an die merkwürdigen Verſuche *Achard's* über Adhäſion bey verſchiedenen Graden

der Wärme *), und an die grofse Schwächung derfelben durch die Wärme ich erinnert, fo dringt fich uns die Vermuthung auf, ob nicht etwa bey jenen Lampen eine ungleiche Erwärmung des Oehls unter derfelben, und dadurch eine ftärkere Anziehung nach der weniger erwärmten Seite, fo wie eine leichtere Ausftrömung des erwärmten Oehls an der andern Seite, und durch diefe Urfach allein fchon eine Bewegung der fchwimmenden Lampe hervorgebracht werde. In diefer Abficht fchnitt ich einige kreisrunde Lampen fo genau wie möglich aus, befeftigte den Docht genau in ihrer Mitte und fetzte fie auf das Oehl. Der Erfolg war, dafs einige nach dem Anzünden fich bewegten, andre unbewegt ftehen blieben. Bey diefen letzteren brauchte ich aber nur leife den Docht nach einer Seite überzubeugen, wodurch diefe ftärker erwärmt wurde, um fie fogleich in einer der Erwärmung entgegengefetzten Richtung in Bewegung zu fetzen. Ich verfertigte eine elliptifche Lampe, und fetzte den Docht in einen der Brennpuncte; die Bewegung erfolgte nach dem leeren Theil der Scheibe; fobald ich aber den etwas langen Docht nach der andern Seite überboge, fo erfolgt fie nach der entgegengefetzten Richtung. Ich glaube, dafs diefe Verfuche jene Vermuthung hinlänglich beftätigen.

*) Achard's chem. phyf. Schriften. Berlin 1780 S. 359. u. Tab. 1.

Die kreiſende Bewegung am Rande des Gefäſses läſst ſich wohl am leichteſten aus der durch die Adhäſion des Gefäſses mit der Flüſſigkeit hervorgebrachten Erhöhung der letztern erklären. Wird nemlich die weniger erwärmte, oder längere Seite der Lampe herangetrieben, ſo ſteht ſie höher; dadurch wird der Strohm des erwärmten leichtern Oehls nach dieſer Seite ſich wenden. Iſt er ſtärker als die Adhäſion, ſo wird die Scheibe mit der längern Seite herabſinken, und die kreiſende Bewegung erfolgt.

Dieſe Anſicht wird auch bey *Prevoſt's* *) Verſuchen über die durch Sonnenſtrahlen getriebenen Platten nutzbar. Auch bey dieſen wird die auf der Flüſſigkeit ſchwimmende Platte durch ein Brennglas nur an einer Seite erhitzt; es wird daher die Anziehung der Flüſſigkeit gegen den kälteren Theil ſtärker, wohin die Bewegung geht.

Bey ſchlechteren Wärmeleitern wird daher auch die Bewegung ſchneller als bey guten Wärmeleitern ſeyn. Dies beſtätigen *Prevoſt's* **) Verſuche ſehr gut, nach welchen das Kupfer in Verhältniſs ſeines Gewichts ungleich ſchneller als Zinn ſich beweget, da nach Mayer ***) das Wärmeleitungsvermögen des Zinns 67, des Kupfers 39 iſt.

*) Ann. de Chimie T. 24. N. 70. p. 31 — 56.

**) Ann. de Chimie p. 37.

***) Ueber die Geſetze und Modif. des Wärmeſtoffs. Erlangen 1791. S. 255.

V.

Ueber die Verſuche mit geblendeten Fledermäuſen,

von

J U R I N E.

Die Leſer des Grenſchen Journals der Phyſik kennen aus mehrern Briefen Spalanzani's (daſ. Th. I. S. 399 — 443.) und andrer, die Verſuche, welche einen neuen Sinn in den Fledermäuſen vermuthen lieſsen. Die Verſuche (S. 440. u. a.) mit den über den Kopf gezogenen Kappen, und die dadurch erfolgte Beraubung jenes Vermögens, ohne ſehen zu können und ohne Berührung, Gegenſtände doch wahrzunehmen, dieſe mit demſelben Erfolge oft wiederholten Verſuche zeigten ſchon darauf hin, daſs der Sitz deſſelben wahrſcheinlich am Kopfe ſey. Auf das Gehör fällt man am erſten, auch Spalanzani vergaſs dies nicht; aber das Verſtopfen der Fledermaus-Ohren (S. 412.) mit Klebewachs ſchadete ihrem Fluge nicht; alſo glaubte er, daſs kein Eindruck auf die Gehörorgane die Urſach ſey. Anders fielen Jurine's Verſuche*) aus, die er mit dem *veſpertilio auritus* und dem *ferrum equinum* anſtellte.

Einigen goſs er flüſſiges Fett, andren zuſtopfende Salben in die Ohren, noch andern zerſtieſs

*) *Journal de Phyſique par Delamétherie, T. III. p.* 145 — 148.

er das Trommelfell. Konnten sie noch sehen, so waren sie zwar unruhig, aber sie wusten sehr gut allem auszuweichen, woran sie sich hätten stossen können. Sobald er sie aber auch des Gesichts beraubte, stiefsen sie sogleich an allen Orten an, und hatten keinen sichern Flug mehr. Nahm man das Fett wieder aus den Ohren, so war der Flug und ihre gute Unterscheidungsgabe wieder hergestellt. Jurine untersuchte den Kopf dieser Thiere anatomisch, er fand das Gehörorgan in Verhältnifs sehr grofs, und sehr viele dazu gehörige Nerven. Auch der obere Kinnbacken hatte grofse Nerven, die sich auf der Schnauze ausbreiteten. Jurine schlofs aus jenen Erfahrungen, dafs das Gehörorgan diesen Thieren in Ermangelung des Gesichts diene, die Nähe von Gegenständen, ohne sie zu berühren, wahrzunehmen.

So weit Jurine; wenn wir indessen noch einen Schritt weiter gehen, und fragen, was auf diesen Sinn wirkt, so bieten sich uns mehrere Umstanden dar. Vielleicht ist es der stärkere Gegendruck der Luft, wo eine Wand oder ein andrer fester Körper die durch den Flug des Thiers erhaltene Bewegung derselben zurückwirft? Aber Jurine sowohl wie Spalanzani sahen, dafs sie auch weitmaschige Netze sogar vermieden. Vielleicht ist es der Eindruck des fast ununterbrochenen Luftstroms*), der wegen der ungle-

*) Man kann diesen sehr gut durch den kleinen Apparat des H. Eike (Voigt's Mag. 7. B. 2. St. S. 11.) sichtbar machen. A.

chen Erwärmung der Wände und der Luft faſt beſtändig ſtatt findet? Ich glaube kaum, denn auch bey denen Dingen, die in der Stube ſtanden, alſo ſicher die Lufttemperatur hatten, nahmen jene Beobachter das erwähnte Vermögen der Fledermäuſe wahr. Aber iſt es nicht vielleicht die jedem Körper eigene Luft-Atmoſphäre, die eine Folge der Anziehung iſt? Ich glaube, daſs dieſe Vermuthung nicht ganz zu verwerfen iſt, da man auf das Daſeyn derſelben nicht blos geſchloſſen, ſondern durch den Marumſchen Verſuch mit dem Brennen des Phosphors im faſt luftleeren Raume *) ſich überzeugt hat. Daſs eine ausgezeichnete Einrichtung des Organs dazu gehöre, um dieſe feine Aenderung des Luftdrucks wahrzunehmen, iſt nicht zu leugnen. Dieſe zeigt auch wirklich die anatomiſche Zergliederung ſo wie auch die Empfindlichkeit mancher Kranken für Töne, die keinem andern wahrnehmbar ſind ihnen das Wunderbare nehmen. Auch die etwas unangenehme Empfindung bey dem nahen Ueberführen eines Körpers über das Geſicht (ohne es doch ſelbſt oder die feinen Haare zu berühren) nach Art der ſogenannten magnetiſchen

*) Siehe Gren's neues Journal der Phyſik, III. 96 — 108. Doch brauchen wir dieſen Verſuch bey keinem ſo neuen Schriftſteller zu ſuchen, ungeachtet H. van Marum ſich für den erſten Beobachter hielt. Hauksbee (*Experiences phyſico-mechaniques, Tome I. Paris* 1754. *p.* 40.) der zu ſehr vergeſſene, hat dieſen Verſuch ſchon mit gröſſerer Präciſion gemacht. *A.*

Curen, läfst fich fehr wahrfcheinlich eben daraus erklären. Den Beweis, dafs die Beugung (*inflexio, diffractio*) des Lichts wahrfcheinlich nicht anders, als eine Brechung (*refractio*) deffelben in diefen Luftatmofphären der Körper fey; davon an einem andern Orte.

L. A. v. A.

SACHREGISTER,

ſammt

Namenregiſter

über die

drey erſten Bände

von

Gilberts Annalen der Phyſik.

Die römiſchen Zahlen bezeichnen die Bände, die arabiſchen die Seite, a eine Anmerkung.

A.

Adhäsion, der Metalle mit Queckſilber, I. 372. II. 61. Einfluſs derſelben auf die Beſtimmung des ſpecif. Gewichts I. 396. 418. 423. 515.; macht Körper auf ſpecifiſch leichtern Flüſſigkeiten ſchwimmen I. 374. 397; bringt ſie bey ungleicher Erwärmung in Bewegung III. 459.; wirkt ſo gut als nicht in die Ferne II. 25. 61.

Aether, Verdünſtung deſſelben I. 153. Verſuche über das Frieren deſſelb. II. 111. I. 488. Gasarten aus demſelben entwickelt II. 201. 206. Himmliſcher III. 110.

Akuſtiſche Inſtrumente, Vorſchläge zu ihrer Verbeſſerung III. 181.

Alcarazzas, über die ſpaniſchen von *Fabbroni* II. 230.

Alkohol, Verdünſtung deſſelben I. 148. 150. 153. Gasarten daraus II. 201. friert nicht II. 111. I. 486. 488.

Alkoholometer I. 162. III. 88.

Amalgama, Kienmayerſches I. 85.

Amalienbad bey *Morsleben*, chemiſch unterſucht von *Gren* III. 368.

Ammoniak und Ammoniakgas, Verwandlung in einander durch Druck I. 153. 155.; durch Kälte II. 115. Zerſetzung des Ammoniaks durch electriſche Funken in Waſſerſtoffgas und Stickſtoffgas I. 269. Gefrieren deſſelben I. 485. II. 108, 110. 111.

Amſterdammer Phyſiker II. 215. Electriſche Verſuche I. 90. 262. Zerſetzung des Waſſers durch Electricität II. 143. 154. Verſuche über drey Arten von kohlenſtoffhaltigem Waſſerſtoffgas, welche ſich aus Alkohol und Aether entwickeln laſſen II. 201. Neue Verſuche über die vorgebliche Verwandlung des Waſſers in Stickgas II. 220.

Anthracolith, ſiehe Kohlenblende.

Anthracometer III. 79.

Anziehung verſchiedner Körper auf einander dargethan II. 63.

Areometer *Ramsdens*, verbeſſert von *Haſſenfratz* I. 158. *Hamberg's*, verbeſſert und deſſen Vorzüge I. 407. *v. Arnims* Vorſchläge zur Vervollkommnung der Areometer I. 412. *Say's* Areometer von ganz neuer Einrichtung II. 230. 238. Preis der *Renardſchen* II. 120. *Nicholſons* Tafeln, um die Grade des *Beaumeſchen* Areometers in ſpecif. Gewichte zu verwandeln III. 88.

Areometrie von *Haſſenfratz* I. 158. 396.

Argand I. 363. 382.

Argandſche Lampe II. 213. Muſter einer verſchloſsnen Feuerſtäte III. 313.

Arnim, L. A. von, Vorſchläge zur Vervollkommnung der Areometer I. 412. Anmerkung zu *Haſſenfratz* Areometrie I. 423. 515. Anweiſung zum Gebrauch des Areometers von *Say* ohne Barometerbeobachtung, allgemeiner Beweis des Mariottſchen Geſetzes, und Bemerkungen über dieſes Geſetz II. 238. Beſchreibung eines Thermometrographen II. 289. Beſchreibung neuer Barometer, und Bemerkungen über das Heber-Barometer II. 311. Ideen zu einer Theorie des Magneten. Beobacht. über die chemiſche Beſchaffenheit deſſ. III. 48. Verſuche über den Einfluſs der Eiſenmagneten auf Galvaniſche Erſcheinungen III. 63. Ueber einige

bisher nicht beachtete Urſachen des Irrthums bey Verſuchen mit dem Eudiometer I. 91. Hydrogenometer II. 200. Beobachtungen über ſcheinbare Verdoppelung der Gegenſtände für das Auge III 249. Anmerkung zu *Wilſons* Verſuchen über die Bewegung ſchwimmender Lampen. III. 458. zu *Jurine's* Verſuchen III. 461.

Atmoſphäre, ſiehe Luftkreis.

Auflöſung, *Rumfords* Vermuthungen über die Natur derſelben II. 258 275. Merkwürdiger Verſuch über Auflöſung von Kochſalz II. 260.

Ausdünſtung von Thieren und Pflanzen wird durch Electricität nicht vermehrt I. 96. 112.

Ausfluſs des Waſſers aus Gefäſsen, ſiehe *Hydraulik*.

Auſtin II. 194.

B.

Baader I. 1. 353.

Baillet Bemerkung über unterirdiſche Waſſer II. 346.

Balance de Torſion, ſiehe Windungsapparat.

Balbi I. 11. 16.

Barometer, Waſſerbarometer I. 469. Beſchreibung neuer Barometer *Prony's*, *Conté's*, *v. Humboldt's*, *Gödeking's* und *Voigt's* II. 311. Beytrag zur Geſchichte des Barometers II. 334 Barometerhöhe am Ufer des Meers, beſtimmt von *Fleuriau Bellevue* II. 359. Tägliche Veränderungen der Atmoſphäre, am Barometer beobachtet von *Duc Lachapelle* II. 361. Einfluſs der Electricität auf das Barometer I. 117. Preiſs von *Renards* Barometer II. 118.

Batterie, ſiehe Electriſche Batterie.

Beaumé's Areometer, Verwandlung der Grade deſſelben in ſpecif. Gewichte III. 88.

Bélier hydraulique I. 363.

Bennet I. 251.

Bertier II. 65.

Beugung des Lichts III. 235.

Blaſewerke durch Waſſer (*trompe*), Theorie und Berechnung derſelben von *Venturi* III. 130.

Blitzableiter I. 109. 263.

Boſcovich III. 302.

Braunkohlen um Halle, Güte derſelben II. 483.
Brennglas der *Ecole polyt.* II. 388. *Tſchirnhauſ-ſches* des National-Inſtituts II. 391.
Brennmaterialien, unnöthiger Verluſt derſelb. III. 352.
Breſſy Electricität des Waſſers I. 375.
Briſſon, *Diction. de Phyſique* II. 363.
Brooke's Electrometer I. 75. III. 6. 9. Verſtärkung electriſcher Flaſchen I. 81. 276. III. 5.
Brugnatelli II 206.
Brunnengräberey, merkwürdige II. 348.
Büſch Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung und die wunderbaren Erſcheinungen, welche ſie bewirkt III. 290.

C.

Candolles II. 366. 480.
Cantines III. 206.
Carradori, *D. Joach.*, Bemerkungen über das Leuchten des fliegenden Johanniswürmchen und des faulen Holzes I. 205. 209.
Cavandiſh, *Henry*, Verſuche um die Dichtigkeit der Erde zu beſtimmen, ausgezogen und erläutert von *Gilbert* II. 1. 68.
Chaptal III. 211.
Chemie, franzöſiſche, *de Lucs* Einwürfe dagegen II. 121. *Lichtenbergs* Urtheil über ſie II. 141. 152.
Chladni, über drehende Schwingungen eines Stabs II. 87 Siehe auch *Schall.*
Ciſternen, wie der Ausfluſs aus ihnen zu vergröſsern iſt II. 460
Clouet II. 387. III. 65.
Coaks und Cinders, warum ſie ſoviel Hitze geben II. 397. Bemerkungen über ſie von *Gazeran* III. 72.
Cohärenz der Metalle I. 370. Bedingung des Magnetismus III. 56.
Conté's neue Barometer II. 313.
Coulomb's Windungsapparat (*balance de torſion*) II. 3. 9.
Cuthbertſon, *John*, Electrometer I. 25. Luftpumpe I. 352. 358. 381. Sehr einfacher Apparat, um

durch Verbrennung von Waſſerſtoffgas Waſſer zu erzeugen. II. 181. Neues Mittel, die Kraft electriſcher Flaſchen und Batterien zu erhöhen und ſie zu meſſen, und Beſchreibung eines neuen Univerſal-Electrometers III. 1. Verſuche, um ein Maaſs für die Kraft electriſcher Maſchinen zu finden III. 25. Apparat für die Zerſetzung des Waſſers durch Electricität II. 157.

Cylindergebläſe zum Glasblaſen I. 1. zum Gasmeſſer II. 185.

D.

Dämmerung III. 102.

Dalby Beobachtungen ungewöhnlicher Strahlenbrechungen III. 274. 275. 390. 409. Meſſung irdiſcher Strahlenbrechungen. III. 282.

Dampfkugel, wie ſie im Anblaſen des Feuers wirkt III. 159.

Davy Athembarkeit des ſauerſtoffhaltigen Stickgas II. 482.

Diamant, Verſuche über das Verbrennen deſſelben von *Guyton* II. 387. Phänomene, indem er in Sauerſtoffgas verbrennt II. 393. iſt reiner Kohlenſtoff III. 396. 398. Bemerkungen darüber von *Gilbert* II. 466. Verpuffung mit Salpeter, und Beurtheilung von *Tennants* Verſuchen darüber II. 468. Verſuche, mittelſt deſſelben weiches Eiſen in Guſsſtahl zu verwandeln, von *Guyton* III. 65. Electriſches Verhalten des Diamanten III. 470. Magnetiſches III. 49.

Dip of the ſea III. 257. 276. 281. 389. Correction wegen derſelben *(tables of the dip)* III. 277. Beobachtungsart III. 278. Beobachtungen III. 288. Scheinbare Erhebung des Waſſerhorizonts III 426.

Döttler III. 200.

Duc Lachapelle tägliche Veränderungen der Atmoſphäre am Barometer beobachtet II. 361.

Dynamometer von *Regnier*, und damit angeſtellte Verſuche II. 91.

E.

Eis, ſchmilzt nicht von kochendem Waſſer, w drüber ſteht I. 227. und damit verwandte Verſuche I. 228. f.; kaltes Waſſer ſchmilzt am mehrſten I. 325. 348. — Bemerkungen über die Bildung des Eiſes im ſüſsen Waſſer I. 443. 450. 461.; in Tropfen I. 474.; im Meere I. 453.; über Queckſilber II. 264.; im Grunde der Ströme als Grundeis II. 265. Wie man es in Benares künſtlich bereitet III. 232. Wie es, wenn das Waſſer nur bis 40° R. erkältet iſt, entſtehn kann I. 448. Schmelzung von Eis und Schnee an der Sonne I. 449. Leuchtet II. 355.

Eiſen, Verwandlung in Stahl durch Cementation mit Kohle III. 66. 71. mit Diamant III. 68. Welches die des ſtärkſten Magnetismus fähige Miſchung des Eiſens iſt III 50. 55. Verbindung deſſelben mit Kohlenſtoff und Sauerſtoff III. 57. Eiſen aus Feuerkugeln III. 87.

Electricität 1) nach *van Marums* Verſuchen: Mittheilung an die Luft I. 243. Einfluſs auf den Puls I. 38., auf die Ausdünſtung I. 96., auf Pflanzen I. 112. 114. 116 256., auf das Barometer I. 117. auf das Verdünſten I. 120., auf Verdünnung der Luft I. 242, auf Phosphor I. 248, auf mehrere Säuren I. 266., auf Metallkalke I. 271. Verkalkung der Metalle durch verſtärkte Electricität I. 258. Nachahmung der ſtrahlenden Electricität beym Blitze I. 109. Verſuche für Blitzableiter I. 263. Erſcheinungen an einer Glasſcheibe, welche auf einer Seite gerieben wird. I. 277.

2) Electriſch chemiſche Verſuche über die Kohle I. 100.; über Gasarten, Säuren etc. I. 266.; über die Luft aus Waſſer durch Electriſiren erhalten von *Pearſon* II. 154., (wie die electriſche Materie dabey wirkt, von *Lichtenberg* II. 143. f., von andern II. 167. 176.); über das kohlenhaltige Waſſerſtoffgas von *Henry* II. 194., das phosphorhaltige II. 200., das Oehlerzeugende Gas II. 308

3) Electricität des Waſſers von *Breſſy* I. 375. Zuſammenhang der Electr. mit der chemiſchen

Qualität der Körper, von *Ritter* II. 80. Electrisches Verhalten des Diamanten II. 470.

Electrische Batterieen und Flaschen *van Marums* Beschreibung des grosen Teylerschen und damit angestellter Versuche I. 68. vergl. III. 2. *Deff.* Bemerkungen über grose Batterien und die Art sie zu entladen I. 274. über *Brooks* Verstärkungsart der Flaschen I. 276. Einfaches Mittel, ihre Kraft beträchtlich zu erhöhen, und Methode, diese genau zu messen, von *Cuthbertson* III. 1 vergl. I. 81. Ihre Stärke während des Ladens zu messen von *Haldane* III. 22. Drahtschmelzung durch Batterieen I. 77. 86. 259. III. 1. 9. Wie die Länge des geschmolzenen Draths mit der Ladung zunimmt III. 13.

Electrische Maschinen, Stärke der im *Teylerschen* Museum I. 83. ob sie durch Verlängerung des Leiters gewinnen I. 244. *Cuthbertsons* Versuche, um ein Maas für die Kraft electr. Maschinen zu finden III. 25.

Electrische Materie, Wärmestoff in ihr I. 247, verbindet sich nicht leicht mit dem Sauerstoff luftförmig I. 269. ist nicht sauer I. 270. Hypothesen über sie II. 143. 167. 176.

Electrischer Rückschlag, Bemerk. darüber von *Hetler* II 223.

Electrometer *Brook's* und *Cuthbertson's* I. 75. *Nicholson's* verbessertes Bennetsches Goldblatt-Electrometer I. 251. *Cuthbertson's* neues Universal-Electrometer III. 1.

Elliott, *Andr.*, Beschreibung einer ungewöhnl. Hebung durch Strahlenbrechung und eines Sturms III. 305.

Entwässerungskanäle, die höher als das abzuleitende Wasser liegen III. 143.

Erde, Versuche um ihre Dichtigkeit zu bestimmen, von *Cavendisch* II. 1.; hat kein Centralfeuer I. 456. Woher ihre Wärme rührt I. 457. Mittlere Temperatur derf. III. 217. Grösse und Ausdehnung ihrer Atmosphäre III. 108.

Erden, reine, zersetzen des Sauerstoffgas I. 501.

Erdmehl III. 234.

Eudiometer, Phosphor- und Salpetergas-Eudiometer I. 508. 511. *v. Humboldt's* Verſuche für das letztere III. 85. *v. Arnim* über einige bisher nicht beachtete Urſachen des Irrthums bey Verſuchen damit III. 91.

F.

Fabroni über die ſpaniſchen *Alcarazzas* III. 230.
Fenſter, doppelte Urſach ihres Warmhaltens III. 332.
Feuerſtäte, vortheilhafteſte Einrichtung derſelben III. 312. 350. dazu nöthiges Regiſter 314. Klappe im Rauchfang 315. Roſt 318. 322. Aſchenloch 321. Vorzug der verſchloſsnen Feuerſtäte 326. Bey nicht verſchloſsnen Feuerſtäten geht 7/8 Brennmaterial unnütz verlohren, durch Verſuche bewieſen 352.
Feuerkugeln, *Lüdicke's* Bemerkungen über die ſehr hohen und groſsen I. 10. *v. Humboldt's* Meynung von ihnen III. 87. Sehr entfernte Feuer- oder Glanzkugeln beobachtet von *Schröter* III. 99. a.
Fierlinger, D., bequeme Art kohlenſaure mineraliſche Waſſer nachzumachen I. 64.
Filtrirſteine, Art welche zu machen III. 234.
Flamme, iſt als glühender Dampf Nichtleiter der Wärme, bewieſen durch Verſuche mit dem Löthrohr III. 343. f. Siehe auch *Lichtflamme*.
Fledermäuſe, über die Verſuche mit geblendeten Fledermäuſen III. 461.
Fleurieu Bellevue Beſtimmung der Barometerhöhe am Ufer des Meers II. 359.
Flötenapparat *Chladni's* III. 191. 200.
Flötentöne, ſiehe *Schall*.
Flüſſigkeiten, Apparat, tropfbarer Uebergang in elaſtiſche im Luftleeren Raumzu zeigen, von *van Marum* II. 145. Verſuche über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüſſigkeiten vom Gr. von *Rumford* I. 214 323. 436. 464. II. 249. III. 202. Innere Bewegung derſelben beym Erwärmen I. 216. 437. Apparat, um dieſe Bewegung ſichtbar zu machen und Verſuche da-

damit I. 218. Flüſſigkeiten pflanzen die Wärme nicht nach unten fort und ſind Nichtleiter der Wärme. I 225. III 330. Verſuche, welche dieſes beweiſen II. 251. 278 Erklärungen von Phänomenen daraus II. 255. 256. 279. Anwendung dieſer Lehre auf Chemie, Vegetation und hieriſches Leben II. 257. 275. a. auf Wirkungen ſehr intenſiver unmerkbarer Hitze II. 268. Eine den Winden ähnliche Circulation in einer Flüſſigkeit II. 283.

Fourcroy Verſuche mit künſtl. Kälte II. 107. I. 479.

Franklin III. 182.

Fulham II. 274.

G.

Galvanismus in der anorgiſchen Natur, von *Ritter* I. 80. Verhalten für kohlenſtoffhaltige Stoffe II. 399. Einfluſs der Eiſenmagneten auf galvaniſche Erſcheinungen III 61. 63.

Gasarten, ihr Verſchlucken durch die Kohle II. 366. 480. Vorrichtung zu Schmelzverſuchen mit ihnen, und Ballons zu füllen I. 7. Electriſche Verſuche mit Gasarten I. 266. II. 154. 194. 200. Wirkung der Kälte auf ſie: auf ſchwefelſaures, ſalzſaures und Schwefelwaſſerſtoffgas II. 112. Ammoniakgas II. 115. Flufsſpathſaures Gas mit aufgelöſter Kieſelerde I. 485. Sauerſtoffgas II 263. Tönung derſelben III. 193 Verſuche mit ihnen im Löthrohr III. 348. Wirkung auf die Bewegungen des Kamphers II. 307. Einfluſs auf natürliche Phosphore I. 33.

Gasmeſſer, verſchiedne Arten derſelben und Beſchreibung des von *Séguin* erfundenen II 185.

Gazeran Bemerkungen über die Coaks und ihren Gebrauch zum Eiſen- und Stahlſchmelzen III. 71.

Gefrieren des Waſſers I. 474. des Queckſilbers und chemiſcher Stoffe I. 479. II. 107. ſiehe *Eis*.

Geſchichte der Naturwiſſenſchaft von *Gren* I. 167.

Gewicht, ſpecifiſches, einiger im Waſſer auflöslichen Stoffe von *Haſſenfratz* I 423. verglichen mit *Newton*, *Muſſchenbroeks* und *Kirwans* Be-

Stimmungen I. 433. Einfluſs der Adhärenz auf das ſp. G. feſter Körper I. 396. 412. 423. 515.
Gewichtsverluſt glühender Körper I. 422.
Gewitter in *Malacca* III. 219. a.
Gilbert, L. W., Zuſatz zum *Haſſenfratzſchen* Areometer I. 162. Berichtigungen *Haſſenfratz's* I. 401. 492. Bemerkungen über *de Luc's* Einwürfe gegen den Grafen von *Rumford* I. 464. Erläuterung von *Cavendiſchs* Verſuchen um die Dichtigkeit der Erde zu beſtimmen II. 1. 68. Bemerkungen über die Anziehung verſchiedner Körper unter einander II. 63. Von den verſchiednen Gasmeſſern II. 185. Einige Bemerkungen zu *Guytons* Abhandl. vom Verbrennen des Diamanten II. 466. Beurtheilung von *Tennants* Verſuchen mit dem Diamanten II. 468. von *Kirwans* Analyſe der Steinkohlen II. 472. von *Nicholſons* Erklärung der Ventaroli III. 222. Bemerk. über die Gröſse und Schätzung der irdiſchen Strahlenbrechung II. 231. Beſchreibung einer ſeltnen Lufterſcheinung III. 360.
Glasblaſen, Hülfsmittel dazu I. 1.
Gödeking's Reiſebarometer II. 324.
Goldkalk reducirt am Sonnenlichte auf mannigfaltige Wege II. 273.
Gren, D. F. A. C., Geſchichte der Naturwiſſenſchaft als akadem. Vorleſung; ein Fragment I. 167. Güte der Steinkohlen und Braunkohlen um Halle II. 483. Unterſuch. der Mutterlauge der Salzſoole aus dem königl. Siedehauſe zu Halle II. 485. Chemiſche Unterſuchung des Amalienbades bey Morsleben im Magdeburgiſchen III. 368.
Grimm, J. K. P., über den Urſprung des unterirdiſchen Waſſers II. 336. Brief II. 367.
Grotte von Roquefort III. 211.
Grubenwaſſer beſondere II. 346.
Gruber, *Tobias*, Beobachtungen über die Strahlenbrechung auf erwärmten Flächen III. 377. Bemerkungen zum Woltmannſchen Aufſatze III. 397. Theorie der mit Spieglung verbundnen Hebung und Senkung der Objecte nahe am Horizonte III. 439.
Gunilas Oetar III. 451. 440.

Guyton (Morveau) Ueber einige Eigenſchaften des Platins I. 369. Verſuche mit künſtlicher Kälte über Queckſilber, Ammoniak etc. I. 482. II. 112. Verſuche über das Verbrennen des Diamanten II. 387. Verſuche, mittelſt des Diamanten das geſchmeidige Eiſen in Gußſtahl zu verwandeln III. 65. Electriſches Verhalten des Diamanten II. 470. Von den *Alcarazzas* III. 220. a.

H.

Haldane, wie die Stärke electriſcher Batterieen während des Ladens zu meſſen iſt III. 22.

Hällſtröm Erklärung einer Verdopplung ins Waſſer getauchter Gegenſtände III. 235.

Hall, *Sam.*, Beſchreibung eines merkwürdigen Hofs um den Mond III. 357.

Hamberger II. 64.

Haſſenfratz verbeſſertes Ramsdenſches Areometer I. 158. Einfluſs der Adhärenz auf die Beſtimmung des ſpecif. Gewichtes feſter Körper I. 396. 423. 515. Specifiſche Gewichte einiger im Waſſer auflöslichen Stoffe I. 425. Verſuche mit gefrornem Queckſilber I. 493.

Hauch, *Ad. Wilh. von*, Prüfung der vom Prof. *Würtzer* behaupteten Verwandlung des Waſſers in Stickſtoffgas II. 369 Gasmeſſer II. 188.

Hauy über die natürlichen Magneten III. 113.

Hebung weitentlegner unſichtbarer Gegenſtände über den Horizont durch Strahlenbrechung III. 297. 298. 305. 392. Damit verbundne Vergröſserung der Gegenſtände III. 394. 408. und Spieglung aufwärts III. 426. 430. 431. umſtändliche Beobachtungen über die Hebung und Reſultate daraus III. 415. 417. 421. 424. 427. 435. Hebung des Horizonts III. 426. Kennzeichen, ob Hebung oder Depreſſion ſtatt findet III. 437. 438.

Hedyſarum gyrans I. 116.

Heller, *Egidius*, über das Gefrieren des Waſſers I. 474. über den Rückſchlag II. 223.

Henry, Will., electriſche Verſuche mit kohlenſtoffhaltigem Waſſerſtoffgas II. 194. mit phosphorhaltigem II. 200.
Hermbſtädt Verſuche über die Anziehung verſchiedner Körper II. 63.
Hindenburg I. 352.
Hitze, ſiehe Wärme.
Hochheimer's Glashygrometer I. 314.
Höhlen, unter der Pariſer Sternwarte und deren Temperaturveränderung III. 215. kalte von St. Marino und Ceſi III. 204., von Chiavenna 206. von Caprino, III. 207. von Hergisweil III. 210.
Hof um den Mond, ein merkw. beſchrieben III. 357. *Scheiner's III.* 359.
Holz, faules, ſiehe Leuchten.
Homberg I. 407.
Home über die von *Sömmering* entdeckte Oeffnung in der Netzhaut II. 246.
Huddart, Joh., Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung bey irdiſchen Gegenſtänden und über die Vertiefung des Seehorizonts (*dip of the ſea*) III. 257.
Huflattig I. 321.
Humboldt, Alex. von, Urſprung der Erdwärme I. 457. Zerſetzung des Sauerſtoffgas durch die reinen Erden I. 501. f. Entſtehung des Salpeters I. 513. Beſchreibung ſeines Reiſebarometers II. 321. Kohlenſäuremeſſer III. 77 Kohlenſäure im Dunſtkreiſe und Beſchaffenheit des Luftkreiſes der gemäſsigten Zone III. 79. Ueber die Entbindung des Lichts III. 83. Ueber das Salpetergas und deſſen Verbindung mit dem Sauerſtoff III. 85. Eudiometriſche Verſuche II. 392.
Humus zerſetzt die atmoſphäriſche Luft I. 501. 507. 512.
Hydraulik, Unvollkommenheit derſelben II. 401. 414. 423. *Vince's* Bemerkungen über die Bewegung flüſſiger Körper (ihren Ausfluſs aus Gefäſsen) II. 401. *Venturi's* Unterſ. und Erfahr. über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüſſigen Körpern (II. 418.) angewandt auf die Erklärung verſchiedner hydrauliſcher Erſcheinungen: den Ausfluſs aus Gefäſsen durch Oeffnungen und Röhren

II. 428. die Geſtalt des Waſſerſtrahls dabey III. 35. auf Blaſewerke durch Waſſer III. 139. Entwäſſerungskanäle III. 140. Wirbel in Strömen III. 145. und beym Ausfluſs aus Gefäſsen III. 149. auf Wind und Flötentöne III. 159. — *Venturi*, Bewegung des Kamphers auf dem Waſſer, und ähnliche, II. 298. *Wilſon* Bewegung brennender Dochte auf Oehl, öhligen Flüſſigkeiten und Waſſer III. 447. 458. *Prevoſt* Bewegung erwärmter Staniolſcheiben III. 456. *Belier hydraulique* I. 363.

Hydrogenometer III. 200.

Hygrometer. *Lüdicke*, Bemerkungen über den Mechanismus des *Sauſſurſchen* Hygrometers I. 282. Neuer Mechanismus für Gashygrometer I. 290. auch Fiſchbein- und Elfenbein-Hygrometer I. 296. Mechanismus für das *Lowitziſche* Hygrometer I. 297. Vergleichung des Stein- und Haarhygrometers I. 306. *Hochheimer's* Vorſchlag eines Glashygrometers I. 314. *Lüdicke*, Bemerkungen über das Stein- und Glashygrometer II. 70. *Voigts* Anzeige neuer Federſpul-Hygrometer III. 126. Preiſs der *Renardſchen* Hygrometer II. 120.

Hygrometerſtein, neuer, erfunden von *Lüdicke* II. 75. 367.

Hygrometrie, Beyträge dazu von *Lüdicke* I. 282. 70. Beſtimmung des Feuchtigkeits und Trockenpunctes I. 282. 284. 303. Merkwürdiges Phänomen im Gang des Hygrometers beobachtet von *Sauſſure* I. 317.

I.

Janin III. 256.

Johanniswürmchen, ſiehe Leuchten.

Iſchia, Ventaroli auf dieſer Inſel III. 204.

Juch's, D. Dampfthermometer II. 296.

Jurine, über die Verſuche mit geblendeten Fledermäuſen III. 461.

K.

Kälte, Verſuche mit künſtlicher Kälte, von *Fourcroy*, *Guyton*, dem Grafen von *Muſſin Puſchkin*, *Zanetti*, *Rouppe* und *Haſſenfratz* I. 479. II. 107. von *van Mons* II. 118. 366. Kälte beym Hinausdringen verdichteter Luft II. 263. Die Kälte auf hohen

Bergen erklärt von *Malacarne* II. 365. Kältegrade durch Froſt-erregende Miſchungen erlangt I. 429. 493. II. 107. 108. 112. 114. 118. Kälte des Winters 1798 und Beyſpiele hoher natürlicher Kälte I. 490. 491.

Kalkerde, ſalzſaure, Art ſie zu bereiten für Froſtverſuche II. 112.

Kalte Winde, welche aus der Erde dringen (*Venti soli*) *III.* 173. beſchrieben und erklärt III. 201. *Sauſſüres* Erklärung 212, geprüft von *Nicholſon* 217. und verbeſſert 222.

Kampher, *Venturi* über die Bewegungen deſſelben auf dem Waſſer II. 298. Art, wie er ſich im Waſſer auflöst, und darüber verbreitet II. 301. daraus allein entſpringt ſeine Bewegung II. 303. nicht aus ſeiner Riechbarkeit und Verflüchtigung II. 304. Einfluſs verſchiedner Gasarten darauf II. 307. Aehnliche Bewegungen in der Natur II. 304. Verdünſtung des Kamphers II. 269. 306.

Kant II. 245.

Kavina I. 20.

Kilkenny-Kohle der Engländer. Ihre Natur II. 397. Antheil an Kohlenſtoff und Sauerſtoff II. 475.

Kimmung III. 297.

Kirch I. 10.

Kirwan's Verſuche über Steinkohlen II. 472.

Klaproth II. 397.

Klügel's Nadelverſuch *III.* 235.

Kochgefäſse, vortheilhafteſte Einrichtung derſelben III. 351.

Kohlenblende. Ihre Natur II. 397. 399. Antheil an Sauerſtoff und Kohlenſtoff II. 476.

Kohlenſäure, Antheil derſ. im Dunſtkreiſe III. 79.

Kohle. Die *Holzkohle* enthält Waſſerſtoff, bewieſen von *van Marum* I. 100. Iſt nicht reiner, ſondern geſäuerter Kohlenſtoff, bewieſen von *Guyton* II. 396. 398. Antheil an Kohlenſtoff und Sauerſtoff II. 467. Wie ſie im verſchloſsnen Raume entbrennt wird II. 397. Detonation mit Salpeter II. 468. Hat die Eigenſchaft, verſchiedne Gasarten zu verſchlucken und Waſſer zu bilden II. 366. 488. Ihr magnetiſches Verhalten III. 49.

Kohlenſäuremeſſer *v. Humboldt's* III. 79.

Kohlenſtoff iſt noch immer chemiſch einfach II. 194. reiner iſt Diamant, verſchiedne Grade ſeiner Säuerung II. 398. 478. geht nur geſäuert im Stahl mit ein, Verſuch darüber III. 66. 67. 75. hat keine geringere Verwandtſchaft zum Sauerſtoff als der Waſſerſtoff III. 68. a.

Kometenſchweife, Bemerkungen über ſie und die ihnen ähnlichen Erſcheinungen am Himmel von *Rüdiger* II. 99.

Kryſtalliſation, Beſchreibung einer merkwürdigen, den Lichtenbergſchen elektr. Figuren ähnlich II. 78. Ein ſchöner Kochſalzkryſtall II. 282.

Kraftmeſſer *Regnier's* und damit angeſtellte Verſuche zur Schätzung der Kräfte der Menſchen, des Zugviehs und des Widerſtands bey Wägen II. 91.

Kries II. 120.

L.

Lampen hydroſtatiſche, über deren Bewegung III. 447.

Lampadius III. 56. 65.

Lemaiſtre Beſchreibung eines von *Six* erfundnen Thermometers, welches den gröſsten und geringſten Wärmegrad, der während einer gewiſſen Zeit eingetreten iſt, aufzeichnet II. 287.

Leuchten. Ueber die Phänomene natürlicher Phosphoren, (faules Holz, Lucciolen u. a. Inſecten) in verſchiednen Gasarten von *Spalanzani* I. 33. von *Carradori* I. 205. 209. von *v. Humboldt* III. 83. Leuchten des Meers I. 378. Leuchten des Waſſers in den Scheeren von *Wermö* II. 352. des Eiſes II. 355.

Licht. Ueber diechemiſchen Wirkungen, die man demſelben zuſchreibt, vom Grafen von *Rumford* und *Le Sage* II. 273. ſie gebühren unmerklicher doch ſehr intenſiver Hitze II. 271. 274. Ueber die Entbindung des Lichts von *v. Humboldt* III. 83.

Lichterſcheinungen und Lichtſprudel, höchſt entfernte, beobachtet von *Schröter*, und Vermuthungen darüber III. 97.

Lichtflamme, Erſcheinungen dabey erklärt von *Pearſon* II. 170. Beym Brennen von Alkohol in der Argandſchen Lampe, von *Nicholſon* II. 213.

Lichtenberg, G. C., Bemerkungen über einen Aufſatz des H. Hofr. *Mayer* zu Erlangen: Ueber den Regen, und *de Luc's* Einwürfe gegen die franzöſiſche Chemie II. 121.

Löthrohr, Rumfordſche Theorie deſſelb. *III.* 346.

Leoming III. 305.

de Luc Einwürfe gegen Graf *Rumford's* Theorie über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüſſigkeiten, erörtert von *Gilbert* I. 464. Theorie vom Regen und Einwürfe gegen die franzöſiſche Chemie, vertheidigt von *Lichtenberg* II. 121.

Lüdicke, *M. A. F.*, Bemerkungen über das hydroſtatiſche Cylindergebläſe des H. *D. Bander's* I. 1. Bemerkungen über die ſehr beträchtlich hohen und groſsen Feuerkugeln I. 10. Beſchreibung einer genauen und bequemen Wage, nach einer neuen Vorrichtung I 123 Beſchreibung eines Mikrometers, die Durchmeſſer ſchwacher Saiten zu meſſen I 137. Beyträge zur Hygrometrie I. 282. II 70 367. Beſchreibung einer ſchönen Kryſtalliſation II. 78.

Luft aus dem Waſſer durch electriſche Funken erhalten, unterſucht von *Pearſon* II. 154. Seitenmittheilung der Bewegung in der Luft beym Wind und Schall III. 159. durchdringt das Waſſer I. 409. Ob ſie Waſſer auflöſe II 129. 139. 161. Ob Electricität ſie verdünnt I. 242 Scheinbares Zittern und Wellen derſelben II. 285. III. 287. 389. 408 413 erklärt III. 438. Zerſetzung der atmoſphäriſchen nach dem ſpec. Gewicht III. 196. Iſt ein Nichtleiter der Wärme, und Erklärungen, die ſich darauf gründen II. 255. III. 331. Wie ſie Wärme fortpflanzt, und wie dieſe Fortpflanzung ſich noch ſehr vermindern läſst III. 335 Kennzeichen, zu beurtheilen, ob ſie oder die Erde und Gewäſſer wärmer ſind III. 435.

Luftkreis, über die chemiſche Zerlegung und die Beſchaffenheit deſſelben in der gemäſsigten Zone,

von *v. Humboldt* III. 77. Bemerkungen über die Gröſse der Atmoſphäre der Erde, und der Planeten von *Melanderhjelm* III. 96. Geſtalt der Erdatmoſphäre III. 108. Aether III. 110.

Luftpumpe, *Cuthbertſons* I. 352. 381. 382. Beſchreibung der Luftpumpe *Sadlers* (nach Art des *Baader*ſchen) I. 352. einer verbeſſerten Smeatonſchen Luftpumpe von *Prince* I. 357. einer ſehr einfachen verbeſſerten Sengverdſchen vom *D. van Marum* I. 379.

Luftſtreif, ſcheinbarer durch Strahlenbrechung bewirkt, ſiehe *Strahlenbrechung*.

Luftzug, der die kalten Winde (Ventaroli) bildet, welche aus der Erde blaſen III. 223.; die Wetterwechſel in den Gruben III 229. die Land- und Seewinde an den Küſten der heiſsen Zone III. 226.

M.

Macdonald's, John, Beobachtungen der tägl. Abweichung der Magnetnadel im Fort *Marlborough* auf *Sumatra* und in der Inſel *St. Helena* III. 118.

Magnet. Ideen zu einer Theorie des Magneten von *v. Arnim* III. 48. 62 Chemiſch-Auszeichendes des Magneten III. 48. f. Chemiſch Verändertes beym Magnetiſiren III. 59. Einfluſs des Eiſenmagneten auf Galvaniſche Erſcheinungen III. 63. 61. Ueber die natürlichen Magnete von *Hauy* III. 113. *Vaſſalis* Magnet ohne Abweichung III. 116.

Magnetnadel, tägliche Abweichung derſelben auf *Sumatra* und in *St. Helena*, Beob. von *Macdonald* III. 118 Einfluſs des durch Wärme bewirkten Luftzugs auf ihren Stand II. 4. der Gewitter *III.* 229.

Magnetismus II. 20. Abhängigkeit von der Cohärenz und chemiſche Bedingung deſſelben III. 56. Magnetismus des Diamanten, der Holzkohle III. 48. des Meſſings III. 50. des Platins und Kupfers III. 56. des Kobalts III. 61.

Magnetismus, thieriſcher III. 64.

Malacarne Erklärung der Kälte auf hohen Bergen II. 364.

Malacca, Winde und Gewitter daſelbſt III. 226.

Mariottiſches Geſetz I. 156. III. 102. 104. Bemerkungen darüber und allgem. Beweis deſſelben II 238.
Martinet III. 434.
Marum, *D. Mart. van*, Beſchreibung einer groſſen electr. Batterie I. 68. Electriſche Verſuche, ſiehe *Electricität*. Verſuche, welche beweiſen, daß die Kohle Waſſerſtoff enthält I. 100. Beſchreibung einiger Vorrichtungen und Verſuche, den Uebergang tropfbarer Flüſſigkeiten in elaſtiſche im luftleeren Raume zu zeigen II. 145. Beſchreibung einer ſehr einfachen Luftpumpe I. 379. Einfacher Apparat, um die Producte beym Verbrennen der Oehle zu unterſuchen II. 216. Gasmeſſer II. 188.
Maunoir III. 200.
Maupertuis III. 181. 188.
Mayer II. 121.
Meduſen, phosphoriſche I. 39.
Meer, Endurſach ſeiner Salzigkeit I. 436. Wie es die übermäſsige Kälte und Hitze mindert I. 443. Kalte Ströme im Grunde deſſelben I 458.
Melanderhielm, *Dan.*, Bemerkungen über die Gröſse der Atmoſphäre der Erde, der Sonne und der Planeten III. 96.
Metalle ſind Wärmeleiter I. 226. Verkalkung derſelben durch electriſche Schläge I. 258. Schmelzung durch Electricität I. 263. Reduction der Metallkalke durch electriſche Funken und Gasarten, die ſich dabey entwickeln I. 371. Cohärenz der Metalle I. 371.
Meteore in Schweden und in Norwegen II. 352. III. 360. Sehr entfernte beobachtet von *Schröter* III. 97. Beſchreibung einer ſeltnen Lufterſcheinung III. 360. Siehe auch Feuerkugeln, Strahlenbrechung, Stürme.
Meteorologie I. 317.
Meteorologiſche Inſtrumente von *Renard*, Preiſs II. 119.
Mètre, Beſtimmung deſſelben II. 366.
Michell, *John*, II. 1.
Mikrometer die Durchmeſſer ſchwacher Saiten zu meſſen, von *Lüdicke* I. 137.
Mineraliſche kohlenſaure Waſſer bequem nachzumachen, von Fierlinger II. 64.

Mirage III. 303.
Mönnich III. 255.
Mond, Erſcheinungen an ihm durch Strahlenbrechung III. 271. 296. merkwürdiger Hof um ihn III. 357.
Mondringe II. 365. 366. 360.
Monge II. 307. ungewöhnl. Strahlenbrechung in Egypten beobachtet III. 303.
Mons, van, Brief an den Herausgeber II. 363. Verſuche mit künſtl. Kälte II. 118. 365.
Monte Teſtaceo bey Rom, kalte Winde in ihm III. 202. 222.
Montgolfiers Bélier hydraulique I. 363.
Mudge, Capit., III. 274.
Muſikaliſche Inſtrumente, ſiehe Schall.
Muſſin Puſchkin, *Graf von*, Verſuche mit künſtlicher Kälte I. 376. 479.

N.

Nadeln, über eine ſcheinbare Verdopplung derſelben im Waſſer III. 235.
Nairne II. 274. III. 1.
Nebenſonnen III. 365. 366. II. 195.
Netzhaut, Oeffnung darin II. 246.
Nicholſon's Journal der Phyſik und mathem. Correſp. I. 256. Verbeſſerung des Bennetſchen Electrometers I. 253. Bemerkungen zu *Rumford* II. 249. Einige Bemerkungen über den Stahl III. 71. über Wärme II. 179. Nachricht von electr. Verſuchen *Cuthbertſons* III. 25. Tafeln, Grade des Beaumeſchen Areometers auf ſpecif. Gewicht zu reduciren III. 88. über die Ventaroli III. 201. über ungewöhnliche Strahlenbrechungen III. 307. Bemerkungen über den Schall und die akuſtiſchen Inſtrumente III. 181.
Nordlicht II. 105.

O.

Oeffnung in der Netzhaut des Auges III. 246.
Oehl, iſt kein Wärmeleiter II. 252. 280. leichter Apparat, die Producte beym Verbrennen deſſelben zu unterſuchen, von *van Marum* II. 216.

Oehlerzeugung und Oehlerzeugendes Gas II. 201. 210.
Opduining III. 297.
Optik, siehe *Netzhaut*, *Strahlenbrechung*, *Verdoppelung*.
Orgelpfeifen, siehe *Schall*.

P.

Pearson, *George*, Unterſuchung der Luft, welche aus dem Waſſer durch elektriſche Funken erhalten wird II. 154.
Perolle, Verſuche über die Fortpflanzung des Schalls durch feſte und flüſſige Körper und die Reſonanz muſikaliſcher Inſtrumente III. 167. Bemerkungen gegen *Chladni III.* 195.
Pflanzen, electriſche Verſuche damit, ſiehe *Electricität*.
Phosphore, natürliche, ſiehe *Leuchten*. Wirkung der Electricität darauf I. 248.
Pictet I. 226. II. 243. 249. 280.
Platin, über einige Eigenſchaften deſſelben, von *Guyton* I 369.
Pollen der Pflanzen II. 310.
Prevoſt II 299. Verſuche mit Staniolblättern, die auf Waſſer ſchwimmen III. 456.
Prince's verbeſſerte Luftpumpe, beſchrieben I. 352.
Pringle I 22.
Prony's Wagebarometer II. 311.
Puls, ob er durch Electricität beſchleunigt wird I. 88.

Q.

Queckſilber, Verſuche über das Frieren deſſelben I. 487. 494. II. 107. 109. 113. Froſtpunct deſſelben berechnet I. 497. 499. Wärmeverſchluckung beym Flüſſigwerden des gefrornen I 499. Iſt kein Wärmeleiter II. 253 279. Verdunſtet II. 269.
Quelle, intermittirende III. 209.

R.

Regen, *Lichtenberg's* Bemerkungen über *Mayer's* Aufſatz vom Regen II. 121.

Regiſter für verſchloſsne Feuerſtäte III. 314.
Regnier Beſchreibung eines Dynamometers und damit angeſtellter Verſuche II. 91.
Reifsbley enthält Waſſerſtoff I. 107. Wirkung der Electricität darauf I. 266. Iſt geſäuerter Kohlenſtoff II. 396. 399. Antheil an Kohlenſtoff und Sauerſtoff II. 477. Reifsbley im Roheiſen und Stahl III. 74.
Renard's meteorol. Inſtrumente II. 119.
Reſonanz muſikaliſcher Inſtrumente III. 173. 177. 188.
Riccati, Graf, III. 184.
Ritter, *Ioh. Wilh.*, Beobachtungen über den Galvanismus in der anorgiſchen Natur und über den Zuſammenhang der Electricität mit der chemiſchen Qualität der Körper II. 80. Galvaniſcher Verſuch mit dem Magneten III. 61.
Rochon III. 254.
Röhren, wie und warum ſie den Ausfluſs aus Gefäſsen beſchleunigen; ſiehe *Hydraulik*. Kunſtgriffe, wie der ſtärkſte Ausfluſs zu erhalten iſt II. 460.
Roſt für Feuerſtäte III. 318.
Rouppe Verſuche über das Frieren des Queckſilbers I. 488. über das Verſchlucken von Gasarten durch Kohlen II. 480.
Roy III. 281.
le Roy I. 23.
Rüdiger, *J. G. G.*, über die Schweife der Kometen und ähnliche Erſcheinungen am Himmel II. 99.
Rumford, *Benj. Graf von*, über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten I. 214. 323. 436. II. 249. III. 202. Bemerkungen über das eigenthümliche Geſetz, wonach erkaltendes Waſſer nahe beym Froſtpunkte ſeine Dichtigkeit ändert, und über die auffallenden Wirkungen deſſ. in der Oekonomie der Natur, ſamt Vermuthungen über die Endurſach der Salzigkeit des Meers I. 436. Erzeugung der Wärme durch Reibung II. 178. Ueber die chemiſchen Wirkungen, die man dem Lichte zuſchreibt II. 273. Beyträge zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht III. 309.

S.

Sadler's verbeſſerte Luftpumpe, beſchrieben I. 35a. *le Sage* II. 273.
Sallior über die Alcarazzas III. 230.
Salpeter, Bildung deſſelben I. 513.
Salpetergas, Verſuche darüber und über deſſen Verbindung mit dem Sauerſtoff von *v. Humboldt* III. 85. Zerſetzung durch Electricität I. 266. Bildung durch Electric. aus Salpeterſäure I. 269.
Salpeterſäure, Veränderung durch Froſt II. 108. I. 486.
Salzſäure Veränderung derſ. durch Electricität I. 269. I. 160. durch Froſt II. 108. 110. I. 486.
Salzſoolen - Mutterlauge zu Halle, Unterſuch. derſ. von *Gren* II. 485.
Sarti Verſuch mit Orgelpfeifen III. 185.
Sauerſtoff, ob er ſich durch Electricität mit den edlen Metallen verbinden läſst I. 262. Hat nicht zum Waſſerſtoff gröſsere Verwandtſchaft, als zum Kohlenſtoff III. 68. a. Antheil deſſelben im Luftkreiſe der gemäſsigten Zone III. 81.
Sauerſtoffgas. Leuchten natürlicher Phosphoren darin I. 33. wird durch die reinen Erden, durch Thon und den Humus zerſetzt I. 501. 512. *Van Mons* Verſuche über die Condenſirung deſſelben durch Druck und Kälte II. 363. *Guyton's* Art, einen Ballon damit für feine Verſuche zu füllen II. 392.
Sauſſure über ein merkwürdiges Phänomen in der Meteorologie I. 317. über deſſen Hygrometer von *Lüdicke* I. 282. 290. über die kalten Winde, welche aus der Erde dringen III. 291.
Sauſſure, der Sohn, daſs die reinen Erden den Sauerſtoff nicht abſorbiren I. 505. vom Phosphor-Eudiometer I. 508.
Say Beſchreibung eines Areometers von ganz neuer Einrichtung II. 230.
Schall. *Chladni* über drehende Schwingungen eines Stabs II. 87. *Venturi* und *Chladni* Erzeugung des Flötentons, und Fortpfl. des Schalls durch Longitudinal - Schwingungen III. 159. II. 182. *Chladni's* Verſuche über das Tönen verſchiedner

Gasarten III. 193. *Pérolle* Verſuche über die Fortpflanzung des Schalls durch feſte und flüſſige Körper, und über die Reſonanz muſikaliſcher Inſtrumente III. 167. Ueber die Fortpfl. des Schalls in verſch. Gasarten und Bemerk. gegen *Chladni* III. 193. *Winklers* und *Chladnis* Verſuche über Fortpflanzung articulirter Töne durch feſte Körper III. 177. *Chladnis* Vermuthungen über die Geſchwindigkeit, womit ſich der Schall durch feſte Körper fortpflanzt III. 182. *Sartis* Verſuch über die Zahl der Schwingungen in einer Orgelpfeife III. 185. *Nicholſon's* Bemerkungen über den Schall und die akuſtiſchen Inſtrumente III. 181.

Schornſteine beſte Form II. 464. III. 160.

Schröter Beobachtungen ferner Lichterſcheinungen III. 97.

Schwächfeuer in den Scheeren von *Wermdö* II. 352.

Schweben des Landes und andrer Gegenſtände in der Luft, ſiehe *Strahlenbrechung, irdiſche.*

Schwefelſäure, Zerſetzung durch Electricität I. 268. II. 160. Friert I. 485.

Seen, Vermuthung daſs die mehrſten Landſeen im Grunde ſalzig ſind II. 263.

Seegeſicht III. 431.

Seehorizont, Vertiefung deſſelben, ſiehe *Dip.*

Seguin's Gazometer II. 185.

Senkwage, ſiehe *Areometer.*

Sennebier's Verſuche über die chemiſchen Wirkungen des Sonnenlichts erklärt II. 271.

Senſitiven, ob Electricität auf ſie wirkt I. 114.

Sepia officinalis I. 38.

Silberſchlag I. 11.

Six's Thermometer für das Maximum und Minimum der Wärme II. 287.

Sömmering II. 246.

Sonnenlicht, *Senebiers* Verſuche über deſſen Wirkung erklärt III. 271. reducirt Gold, Silber etc. II. 274.

Sonnenringe III. 365. 366.

Spalanzani, Lorenz, über die Phänomene natürlicher Phosphoren in verſchiednen Gasarten I. 33. 209.

Spieglung in der Luft über erwärmte Flächen III 38. über Erd- und Waſſerſtrecken, *unterwärts* III 259. 262. 264. 291. f. 366. 395. 399. 403. 431 437. zuſammenhängende Reihe von Beobachtungen darüber III 412 415. 423. 424. Reſultate daraus III. 427. 432 434 441. *aufwärts* III 265. 366. 426. 430. 433. Merkzeichen, ob eine, und welche Statt findet III. 437. 438.

Stahl, Kennzeichen deſſelben II. 55 III. 70 Verſuche, in welchem Zuſtande er den Kohlenſtoff beym Cementiren aufnimmt (geſäuert als Reifsbley) III. 66. II. 398. Bildung trefflichen Gufsſtahls durch Cementiren mit Diamant III. 68. Einige Bemerkungen *Nicholſons* über die Natur und Bereitung des Stahls III. 71. 74.

Steinkohlen, unverbrennliche, ihre Natur II. 397. 398. a. 399. *Kirwans* Analyſe der engliſchen beurtheilt II. 472. Antheil an Kohlenſtoff II. 478. Güte der Halliſchen II. 483. Gebrauch zum Stahlſchmelzen III. 71.

Sternſchüſſe, beobachtet und berechnet von *Schröter II.* 99.

Stickgas, Verwandlung des Waſſers darin, ſiehe *Waſſer*. Athembarkeit des ſauerſtoffhaltigen Stickgas, II. 482.

Strahlenbrechung, auf *erwärmte Stein-* und *Metall Flächen*, Verſuche darüber III. 377. auf *Waſſerflächen* III. 397. 434. auf *Erdflächen* III. 436.

—— *aſtronomiſche, horizontale*, möglicher Irrthum dabey III. 421.

—— *irdiſche*, Gröſse und Meſſung derſelb. III. 281. Irrth. dabey III. 274. 285. 427. Erſcheinungen durch ſie bewirkt, umſtändlich beſchrieben III. 398 nach Zahl und Maafs an einem Hauſe zu Cuxhaven III. 404. Reſultate einjähriger Beobachtungen darüber III. 410. 415. 424. 426. beſteht in Spieglung unterwärts oder aufwärts, ſiehe *Spieglung*; oder in einer auſserordentlichen *Hebung* und Vergröſserung der Gegenſtände, ſiehe *Hebung*. Erſcheinungen an Küſten *III.* 259. 272. 273. 294. 297. 299. 305 431. Schiffen *III.* 261. 293. 399. Gewäſſer *III.* 292. Lich-

tern

tern und Sternen III. 268. 270. 273. Sonne und Mond III. 271. 296. 438. auf Bergen III. 271. 275. Ebnen III. 276. 291. 294. 303. 377. 437. Heller Luftſtreif III. 398. 399. 400. 413.

Strahlenbrechung, ungewöhnliche. *Benennungen* dafür III. 439. a. 297. 309. 379. *Urſach*, Dünſte III. 258. 260. 306. 307. 395. 437. 440. Wärme III. 304. 388. 394. 434. 440. *Theorie* derſelben, *Huddart's* III. 261. 264. 272. *Monge's* III. 304. *Gruber's* III. 388. 432. 439. *Woltman's* 400. 410. 429.

Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung bey irdiſchen Gegenſtänden und die Vertiefung des Seehorizonts *(dip of the ſea)* von *Huddart* III. 257. Beobacht. des General *Roy's*, *Dalby's* und mehrerer Aſtronomen, über die Gröſse der irdiſchen Strahlenbr. und die Vertiefung des Seehorizonts, mit Bemerk. von *Gilbert* III. 281. Beobacht. über die horizont. Strahlenbr. und die wunderbaren Erſcheinungen, welche ſie bewirkt, von *Büſch* III. 290. Beobacht. beſonderer Strahlenbrechungen, von *Boſcovich*, *Monge* und *Ellicot* III. 302. Beobacht. über die Strahlenbrechung auf erwärmten Flächen, von *Gruber* III. 377. Beobachtungen über die Brechung der Lichtſtrahlen, die nahe über der Erdfläche hinfahren, von *Woltmann* III. 397. Theorie der mit Spieglung verbundnen Hebung und Senkung der Objecte nahe am Horizont, von *Gruber* III. 439.

Ströme, kalte im Meer I. 458. Theorie der Wirbel in Strömen, Bildung der Strombetten etc. III. 145.

Stürme als Begleiter auſserordentlicher Strahlenbrechungen III. 258. 306. 307. 423.

T.

Taube, Art mit ihnen zu ſprechen III. 179.

Temperatur, mittlere der Alpenſeen III. 291. des Meeres III. 291. I. 459. der Erde, bey Genf III. 217. in Paris III. 218.

Temperaturveränderung in der Tiefe der Erde III. 217. 218.

Temperaturverſchiedenheit zweyer nahen Brunnen III. 220.
Tennant II. 398. a. Verſuche über die Zerſtörung des Diamanten durch Salpeter, beurtheilt II. 468.
Thermometer, Beſchreibung eines neuen von *Six* II. 287. Dampfthermometer *Pictet's* II. 280. *D. Fuch's* II. 296. *Lavoiſier's* Thermometer III. 217. *Lüdicke's* Metallthermometer I. 297. Kälte, bey welcher das Queckſilberthermom. aufhört ein richtiger Wärmemeſſer zu ſeyn II. 489. 491. Preiſs von Renards Therm. II. 119.
Thermometrograph von *v. Arnim* II. 289.
Thieriſches Leben, *Rumford's* Vermuthungen darüber II. 266.
Tintenwurm, Leuchten deſſelben I. 38.
du Tour III. 241.
Tremelle, ihre Bewegung erklärt II. 305.
Tremery III. 116.
Trompe, ſiehe Blaſewerke durch Waſſer.
Trooſtwyk, *Paets van*, ſiehe Amſterdammer Phyſiker I. 157.

V.

Vaſſali's Magnet ohne Abweichung III. 116.
Vauquelin I. 503. II. 107. 210. III. 74.
Ventaroli, ſiehe kalte Winde.
Venturi, *J. B.*, über die Bewegung des Kamphers auf dem Waſſer II. 298. Unterſuchungen und Erfahrungen über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüſſigen Körpern, angewandt auf die Erklärung verſchiedner hydrauliſcher Erſcheinungen II. 418. III. 35. 129.
Verdichtung der Flüſſigkeiten im Erkalten. Davon macht Waſſer nahe am Froſtpunct eine Ausnahme I 238. 438. Wirkungen derſelben 440.
Verdoppelung. Erklärung einer Verdopplung ins Waſſer getauchter Gegenſtände von *Hällſtröm* III 235. Scheinbare Verdopplung der Gegenſtände fürs Auge, Beobachtungen darüber III. 249.
Verdünnung von Flüſſigkeiten durch Wärme, Urſach von Bewegungen auf ihnen ſchwimmender Körper III. 458.

Verdünſtung. Ob Electricität ſie befördert I. 120. Apparat, um ſie im verdünnten Raume ſichtbar zu machen I. 145. Verdünſtung des Waſſers I. 148. des Alcohols I. 150. des Ammoniaks und Aethers I. 159. Urſach derſelben II. 256. III. 258. Wirkung auf die Strahlenbrechung III. 260. 306. 307. Gröſse derſelben in Felſenklüften; *Sauſſure's* Verſuche darüber III. 213. in den *Alcarazzas* III. in *Benares* III. Verdünſtung von Eis, Queckſilber, Kampher II. 269. 302.

Verwandtſchaften, chemiſche, Erklärung derſelben aus mechaniſchen Principien II. 257. 275.

Viallon I. 367.

Vince, Samuel, Bemerkungen über die Bewegung und den Widerſtand flüſſiger Körper II. 401.

Voigts Reiſebarometer II. 327. neue Federkiel-Hygrometer III. 126

Vulliamy Bemerk. beym Graben eines Brunnens II. 346.

W.

Wärme, Theorien derſelben I. 465. II. 178. Verſuche und Beobachtungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten, vom Grafen von *Rumford* I. 214. 323. 436. zweyter Theil II. 249. Einwürfe *de Luc's* gegen die Theorie des Gr. von *Rumford*, mit Bemerkungen von *Gilbert* I. 464. Beyträge zur Lehre von der Wärme in phyſikal. und ökonomiſcher Rückſicht, vom Grafen *v. Rumford III.* 309. Erzeugung der Wärme durch *Reibung II.* 177. beym *Verbrennen II.* 309.; die Wärme dabey hängt von der Regierung des Feuers ab III. 311. geht als *ſtrahlende Wärme* und im *Rauch gebunden* fort; Verhältniſs beider III. 323. Mittel, die Wärme *einzuſchlieſſen* und ihre Wirkung *zu regieren III.* 327. 338. Wie die *Flamme* andern Körpern Wärme mittheilt III. 43 Wärmeverluſt bey den gewöhnlichen Küchenproceſſen III. 350.

—— *latente* II. 255.

Wärme, *Leiter* und *Nichtleiter der Wärme* erklärt III. 327. Metalle ſind *gute Leiter* I. 226. *Ingenhous* Verſuch über das Verhältniſs ihrer wärmeleitenden Kraft III 328. *Nichtleiter* ſind Holz III. 329. Kohlenpulver III. 331. etc.; vollkommne Nichtleiter alle Flüſſigkeiten, ſiehe *Flüſſigkeit*. Dieſes wird insbeſondere durch Verſuche dargethan vom Waſſer I. 227. f. 323. 351. 464. II. 279. 280. Oehl II. 252. 280. Queckſilber II. 253. 279. Weingeiſt II. 279. Luft II. 255. 280. III. 331. 333. Dämpfe II. 255. III. 338. die Flamme II. 255. III. 343. f. *Wärmeleitung* der torricelliſchen Leere III. 336.

Wärme der natürlichen Bekleidung, Federn, Haare etc. erklärt III. 331. des Schnees III. 332. doppelter Fenſter III. 332. Ob Waſſer oder Luft wärmer iſt, zu beurtheilen III. 435. Wärme einziger Grund chemiſcher Verwandtſchaft, Auflöſungen, Schmelzungen, Kryſtalliſationen etc. II. 257. 275. des thieriſchen Lebens II. 268.

—— *intenſive*, ſehr ſtarke Wärme, ohne daſs ſie wahrzunehmen iſt, an Beyſpielen bewieſen II. 268. Wirkungen derſelben beſonders im Sonnenſtrahl II. 269. Ihr gebührt, was man gewöhnlich den chemiſchen Wirkungen des Lichts zuzuſchreiben pflegt II. 273.

Wåſtröm, *Olof*, Verſuch über einen beſondern Schein im Waſſer der Oſtſee, oder das ſogenannte Schwachfeuer II. 352.

Wage, Beſchreibung einer genauen und bequemen von *Lüdicke* I. 123. Verbeſſerte Schnellwage I. 158. Ganz eigne Wage von *Say* II. 230. Ob Adhärenz der Luft auf das Wägen Einfluſs hat I. 421.

Waſſer. Iſt ein *Nichtleiter der Wärme* I. 225. 323. 351. 464. II. 250. 279. Verdünnt ſich beym Erkalten nahe am Froſtpunct I. 233. II. 280. Eigenthümliches Geſetz, wonach es nahe beym Froſtpunct ſeine Dichtigkeit ändert I. 438. 471. Wirkungen deſſelben in der Natur I. 435. Art, wie das ſüſse Waſſer *gefriert*, und warum die ſüſsen Gewäſſer in kalten Ländern nicht ausfrieren I. 441. 451. 462 463. Gefrieren des Salzwaſſers, und wie das Meer die übermäſsige Kälte der Polarge-

gend mindert I. 453. und die grofse Hitze der heifsen Gegenden I. 456. Bemerkungen über das Gefrieren des Waffers von *Helter* I. 474. fiehe auch *Eis*. Waffer wird von den luftförmigen Flüffigkeiten durchdrungen I. 469. Zerfetzung deffelben durch Electricität II. 143. 154. Apparate, um es durch Verbrennung von Waffertoffgas zu erzeugen II. 181. 185. Ueber die vorgebliche Verwandlung deffelben in Stickgas, von der Gefellfch. Amfterd. Phyfiker II. 220.; vom Oberhofmarfchall von *Hauch* II. 369.; von *v. Humboldt* I. 513. *Unterirdifche Waffer*, ihr Urfprung, von *Grimm* II. 336.; Bemerkungen über fie von *Buillet* und *Vulliamy* II. 346. Bewegung des Kamphers und andrer öhliger Stoffe auf dem Waffer II. 298. erhitzter Zinnblätter III. 456. Siehe auch *Hydraulik*, *Flüffigkeiten* und *Verdünftung*.

Wafferdampf, Verfuche mit Dämpfen, in die Eis gelegt wird III. 339; ift ein Nichtleiter der Wärme III. 338.

Waffer fälle, Erklärung des Winds und Nebels bey Wafferfällen III. 133. Befchreibung der Wafferfälle im Niagara, von *Weld* III. 133.

Waffer ftoffgas, kohlenftoffhaltiges, electrifche Verfuche damit von *Henry* II. 194. Verfuche über drey Arten deffelben, die fich aus Alkohol und Aether entwickeln laffen II. 201. Falfcher Schluls aus Verfuchen damit III. 68. a.

Waffer ftoffgas, phosphorhaltiges, electr. Verfuche damit II. 200. a.

Waffertrommel, fiehe Blafewerke durch Waffer.

Waffertropfen, Hüpfen derfelben auf glühenden Metallplatten, erklärt II. 305.

Weld, Iſaac, Befchreibung des Wafferfalls im Niagara III. 133.

Wetterling über Seegeficht und Hebung III. 431. a.

Wetterwechfel in den Gruben III. 229.

Williams III. 274.

Wilfe, meteorol. Bemerkungen über Lufterfcheinungen in Norwegen III. 360. 366.

Wilſon, *Patrick*, über Bewegungen kleiner leuchtender Dochte, wenn ſie in einem Becken mit Oehl ſchwimmen III. 447.
Windungsapparat, *Michell's* und *Cavendiſh's* II. 1. 20. *Coulomb's* III. 3. 9.
Wind; eine den Winden ähnliche Circulation in einer Flüſſigkeit II. 283. Wind an Waſſerfällen III. 132. plötzliche Windſtöſſe beym Regen III. 137. Gegenwind III. 159. Land- und Seewind an den Küſten der heiſsen Zone III. 226.
Winkler III. 177.
Wirbel in Strömen, und beym Ausfluſs des Waſſers aus Gefäſsen; Theorie derſelben von *Venturi* III. 144. 149.
Wollaſton II. 2.
Woltmann, *Reinhard*, Beobachtungen über die Brechung der Lichtſtrahlen, die nahe über der Erdfläche hinfahren II. 397.
Würtzer II. 220. 369.

Z.

Zanetti Verſuche mit frierendem Queckſilber I. 487.
Zodiacallicht III. 363. II. 104.

Einige Druck- und Schreibfehler.

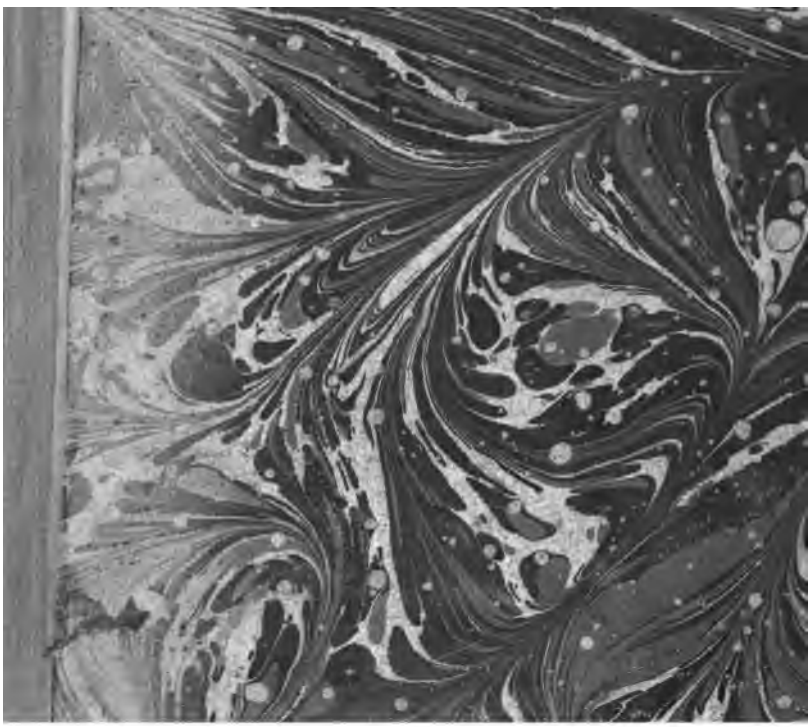
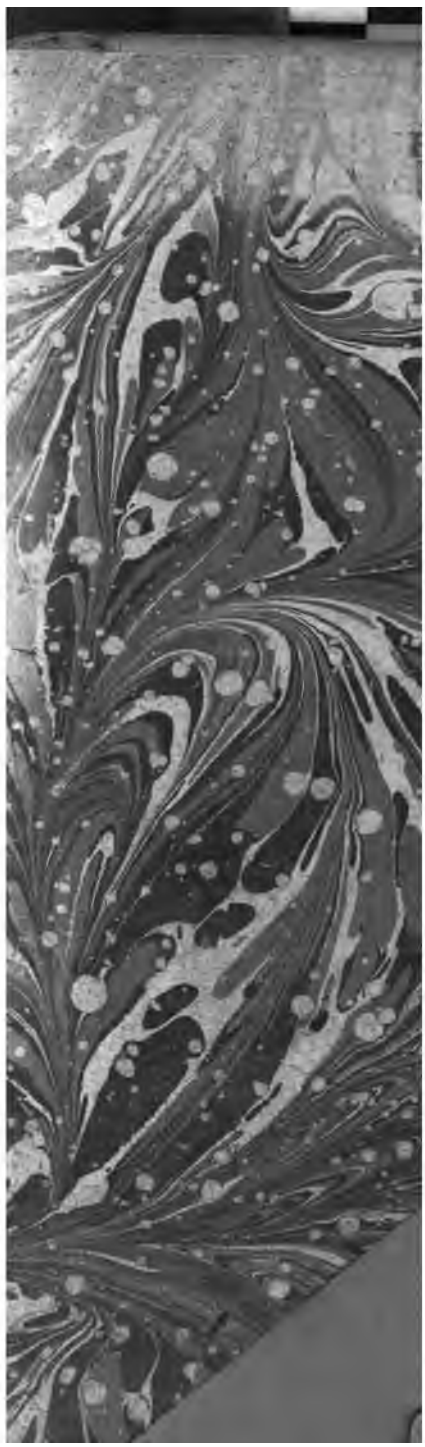
Band I.

Seite 302, Zeile 2, ſtatt: 600, ſetze, 60
— 414, Zeile 1, ſtatt: Taf. VII. Fig. 6. ſetze, Taf. VII. Fig. 4.
— 415, Zeile 12, ſtatt: Fig. 7, ſetze, Fig. 5
— 417, Zeile 10, ſtatt: Fig. 8, ſetze, Fig. 6
— — Zeile 17, ſtatt: Fig. 9, ſetze, Fig. 7
— 418, Zeile 5, ſtatt: Fig. 10, ſetze, Fig. 8
— 419, Zeile 22, ſtatt: Fig. 11, ſetze, Fig. 9
— 420, Zeile 1, ſtatt: Fig. 11, ſetze, Fig. 9
— 510, Zeile 15, *wird ausgeſtrichen;* indem er ſieht, wie viel Sauerſtoffgas erfordert wird, ein Hundertheil damit zu ſättigen.

Band II.

— 110, Zeile 7, ſtatt: *ſchwefelſaurer Aether* ſetze, *Schwefeläther*
— 397, Zeile 7, — 399, Zeile 14, } ſtatt: *kohlenſtoffhaltiger Alaun*, ſetze, *thonerdehaltiger Kohlenſtoff*
— 397, Zeile 9, — 399, Zeile 15, } hinter *Anthracolit* ſetze *(Kohlenblende)*
— 421, Zeile 7, ſtatt: zuſammengeſchweißt, ſetze, zuſammengeſtoſſen
— 427, Zeile 14, ſtreiche man den Periodon weg, der anfängt: Daſs das Waſſer
— 433, Zeile 9. v. u. ſtatt: 18 Zoll, ſetze, 18 Linien
— — Zeile 3. v. u. ſtatt: 4,5 Zoll, ſetze, 4,5 Linien
— 438, Zeile 13, ſtatt: Zeit, ſetze, Fallhöhe

Band III.

Seite 36, Zeile 23, ſtatt: Fig. 2, ſetze, Fig. 4.
— 42, Zeile 13, ſtatt: Fig. 3, ſetze, Fig. 2
— 44, Zeile 1, ſtatt: Fig. 4, ſetze, Fig. 3
— — Zeile 14, ſtatt: Fig. 3, ſetze, Fig. 2
— 53, Zeile 13, ſtatt: fähig, ſetze, unfähig
— 77, Zeile 1, ſtatt: VI. ſetze, VII.
— — Zeile 14, ſtatt: 6,3 Zoll, ſetze, 6,3 Linien
— 86, Zeile 28, wird ausgeſtrichen: oxydirtes Stickgas
— 89, Zeile 34, ſtatt: verwirrt, ſetze, verdruckt
— 91, Zeile 1, ſtatt: VII. ſetze VIII.
— 114, Zeile 24, ſtatt: einen magnetiſchen, ſetze, magnetiſche
— 131, Zeile 17, ſtatt: im Deutſchen *und*, ſetze, im Deutſchen eine *Waſſertrommel*
— 145, Zeile 17, ſtatt: Fig. 4, ſetze, Fig. 5.
— 146, Zeile 7, ſtatt: Fig. 5, ſetze, Fig. 6
— 147, Zeile 12, ſtatt: Fig. 4, ſetze, Fig. 5
— 150, Zeile 12, ſtatt: Fig. 6, ſetze, Fig. 4.
— 151, Zeile 7. v. u. ſtatt: ſind, die, ſetze, ſind. Iſt ν die
— 172, Zeile 4. v. u. ſtatt: 21, ſetze, 12
— 231, Zeile 13, ſtatt: zu viel, ſetze, zu wenig.

PHYSICS